

Plastsvejsning

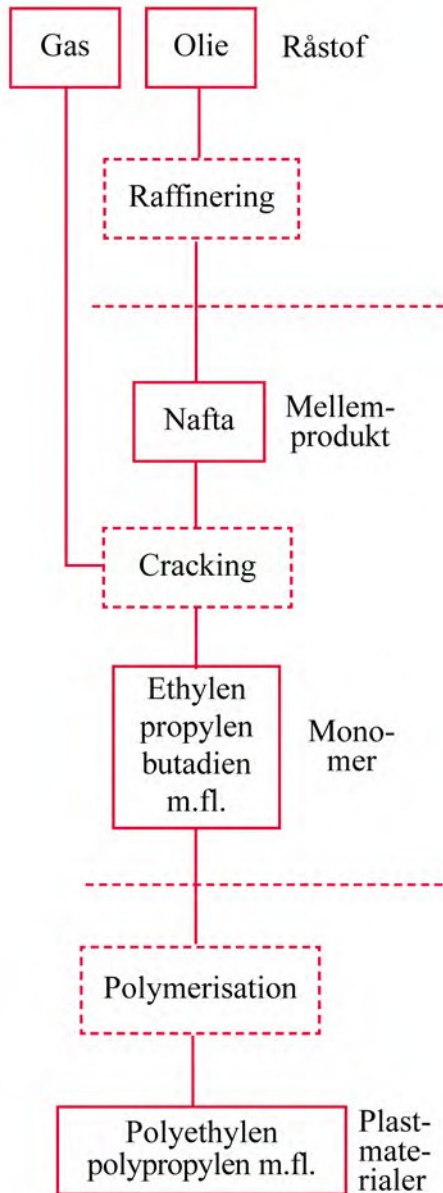
Revideret 15/12 - 2015



Hvordan fremstilles plast

Fra Plastindustriens "Plastens ABZ, en verden i plast"

Fra råstof til plast



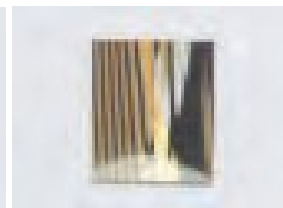


Plastmaterialernes udviklingshistorie

- 1. = Årstal for fremkomst
- 2. = Land
- 3. = Plastbetegnelse
- 4. = Vigtige udgangsmaterialer
- 5. = Almindelig leveringsform
- 6. = Plasttype
- 7. = Anvendelseseksempler



1. 1859 2. Storbritannien 3. Vulkanfiber 4. Cellulosehydrat 5. Halvfabrikata 6. Hærdeplaster 7. Kufferter, pakninger



1. 1869 2. USA 3. Celluloid® 4. Cellulosenitrat, campher 5. Halvfabrikata 6. Termoplast 7. Bordtennisbolde, hårpynt



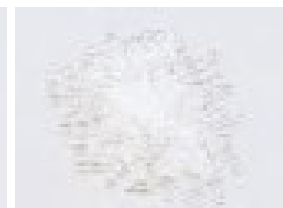
1. 1904 2. Tyskland 3. Syntetisk horn 4. Casein 5. Halvfabrikata 6. Hærdeplast 7. Knapper, spænder



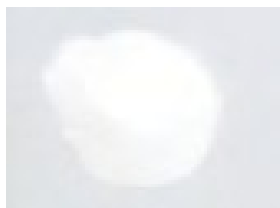
1. 1909/1923 2. USA, Tyskland/Øst-rig 3. Phenol- og aminoplast 4. Phenol, cresol, formaldehyd, delv. m fyldstoffer 5. Pulver, granulat 6. Hærdeplast 7. Elektroisoleringsdele, askebægre, elektriske kabinetter



1. 1930 2. Tyskland 3. Polystyren, PS 4. Benzen, ethylen 5. Granulat 6. Termoplast 7. Emballage, legetøj, skumisulering, husholdnings-artikler



1. 1933 2. Tyskland 3. Acrylplast, PMMA 4. Methacrylsyremethylester 5. Granulat 6. Termoplast 7. Reflekser, lyskupper, brudsikkert glas, reklame- og trafikskilte



1. 1938 2. Tyskland 3. Polyvinylchlorid, PVC 4. Ethylen, chlor 5. Pulver, granulat 6. Termoplast 7. Grammo-fonplader, vinduesprofiler, gulvb-lægninger, kunstlæder, rør



1. 1938 2. Tyskland 3. Polyamid, PA 4. Syreamid 5. Granulat 6. Termoplast 7. Typehjul til skrivemaskiner, tandhjul, skruer, bilbremseslanger



1. 1939 2. Storbritannien 3. Polyethylen, PELD 4. Ethylen 5. Granulat 6. Termoplast 7. Folier, hule emner som flasker og lign.



1. 1940 2. Tyskland 3. Polyurethan, PUR 4. Isocyanat, polyol 5. Væsker 6. Hærdeplast/termoplast/elastomer 7. Sportsartikler, isolering til køleskabe og byggeri



1. 1941 2. USA 3. Polytetrafluorethylen, PTFE 4. Tetrafluorethylen 5. Pulver 6. Termoplast 7. Temperaturbestandige belægninger, tætninger, isolering



1. 1941 2. USA 3. Umættet polyester, UP 4. Dicarbonsyrer, poly- eller dioler 5. Flydende, opløst i styren 6. Hærdeplast 7. Glasfiberarmeret: Møllevinger, tanke, telefonbokse, støbeplast, forseglinger, både, propeller



1. 1943 2. USA 3. Siliconeplast 4. Silicium, methychlorid 5. Olier, pastaer 6. Termoplast 7. Afstøbning-forme, fugemasser, kabler, tætninger, imprægneringsmidler



1. 1946 2. Schweiz 3. Epoxyplast, EP 4. Epichlorhydrin, diphenylpropan 5. Harpiks og hærder 6. Hærdeplast 7. Fiberarmeret: Sportsrekvisitter, fly- og skibsdele; støbeplast



1. 1955 2. Tyskland 3. Polyethylen, PEHD 4. Ethylen 5. Granulat 6. Termoplast 7. Flasker, dunke, flasker-kasser, trykrør, husholdningsartikler



1. 1956 2. Tyskland 3. polycarbonat, PC 4. Bisphenol A 5. Granulat 6. Termoplast 7. Sikkerhedsruder /f.eks. styrthjelmvisirer), kabinetter til kontor- og husholdningsmaskiner, trafikskilte



1. 1957 2. Tyskland 3. Polypropylen, PP 4. Propylen 5. Granulat 6. Termoplast 7. Batterikasser, rørledninger, husholdningsartikler, emballage, medicinsk udstyr



1. 1958 2. USA 3. Acetatplast, POM 4. Formaldehyd 5. Granulat 6. Termoplast 7. Tandhjul, kontor- og husholdningsmaskiner, telefon-, radio-, fon-, TV-apparater

Svejsning af rørsystemer i plast

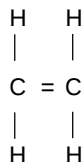
Materialelære

Råstofferne til fremstilling af plastprodukter er i dag råolie og naturgas. Fra disse råstoffer hentes det nødvendige kulstof og brint.

På raffinaderiet bliver olien adskilt i bestanddele (fraktioner) ved destillation. Alt efter kogepunkt udskilles gas, benzin, petroleum, gasolie (fyringsolie) samt sværere olier (fuelolie). Som destillationsrest får man asfalt, som bruges til vejanlæg.

Samtlige bestanddele er kulbrinter (molekyler af kulstof og brint), der kun adskiller sig ved molekylernes størrelse og form. Den vigtigste bestanddel fra raffineringen til produktion af plast er råbenzin (nafta). Nafta bliver nedbrudt i en termisk spaltningproces (cracking = nedbrydning) til gasarter som ethylen, propylen, butadien og andre kulbrinteforbindelser. Som alternativ til cracking af råolie kan gasarterne fås fra naturgas.

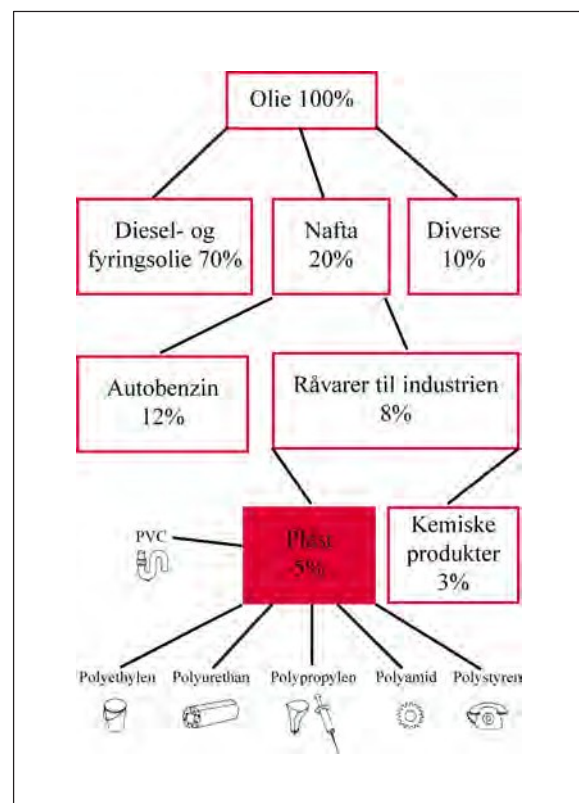
Disse molekyler - byggestenene – er det egentlige udgangspunkt for selve plastfremstillingen. Byggestenene kaldes monomerer - enkeltdele - der ved en kemisk reaktion, en såkaldt polymerisation, bringes til at reagere med hinanden, så der dannes meget lange molekylekæder, som kaldes polymerer. Den vigtigste monomer er ethylen med to kulstofatomer:



Denne anvendes til fremstilling af polyethylen. Fra ethylen kan der dannes nye reaktionsprocesser, som igen danner andre monomerer, f.eks. styren eller vinylchlorid, som er basis for andre plastmaterialer.

Det er vigtigt at få slået fast, at der til plastfremstilling kun anvendes 5 % af de olieprodukter, der kommer fra raffinaderierne.

5 pct. af olien anvendes til plast





Plast tilhører familien af polymere materialer. Betegnelsen stammer fra det græske "polymeros", der kan oversættes til poly = mange og meros = dele. En polymer er derfor et meget stort molekyle - et såkaldt makromolekyle - sammensat af mange ens byggestene. Her illustreret ved et polyethylenmolekyle:



Som det ses af figuren, består polyethylen af kulstofatomer og brintatomer. Disse to grundstoffer indgår som hovedbestanddel i alle plasttyper. Der kan også indgå ilt (O), kvælstof (N) og chlor (Cl), og i sjældnere tilfælde andre grundstoffer. Materialer opbygget ud fra kulstof og brint betegnes ofte som organiske materialer, da disse grundstoffer indgår som hovedbestanddel i alle levende organismer. Plastmaterialerne har derfor mange egenskaber fælles med de naturskabte organiske materialer såsom træ, horn og harpiks.

Polymerer kan opdeles i tre hovedgrupper:

1. *Naturmaterialer:*

Cellulose fra halm og træ, horn, harpiks, kautsjuk (naturgummi) og proteiner (de vigtigste byggesten i den menneskelige organisme).

2. *Bearbejdede naturmaterialer:*

Gummi (vulkaniseret kautsjuk), Celluloid og syntetisk horn (caseinplast). I afsnittet om plastindustriens historie blev det beskrevet, at disse materialer var vigtige i industriens barndom.

3. *Syntetiske materialer:*

Gruppen omfatter menneskeskabte makromolekyler og dermed alle de plastmaterialer, der primært fremstilles af olie og naturgas. Der findes i dag tusindvis af helsyntetiske plasttyper.

Definitionen på plast:

1. **Organiske materialer**, der
2. er opbygget af **makromolekyler** - polymerer - og som opstår
3. gennem **bearbejdning** af naturprodukter eller syntetisering af primærstoffer fra olie, naturgas eller kul.

Fremstillingen af plastråvarer sker ikke i Danmark, men på store petrokemiske anlæg i udlandet, bl.a. i Tyskland, England, Sverige, Finland og Norge.

Dansk plastindustri er en forarbejdende industri, eller en forædlende industri om man vil.

Fremstillingen af råplast sker ved en polymerisation, som afhængigt af de tilstedeværende monomerer kan forløbe efter forskellige reaktionstyper.



Kædepolymerisation

Udgangspunktet for denne proces er monomerer med mindst to kulstofatomer og en dobbeltbinding, f.eks. ethylen eller vinylchlorid.

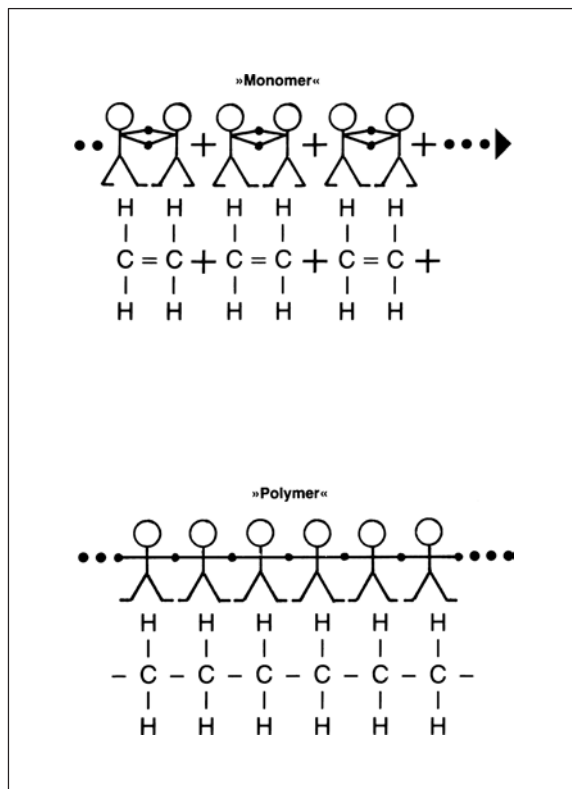
Reaktionen kan illustreres ved hjælp af dansende par (se figuren). Parrene i øverste række illustrerer tre ethylenmolekyler. I næste række ses et udsnit af den kæde, der dannes, når parrene slipper hinanden, rækker ud og danser kædedans. Det store molekyle, der dannes, er polyethylen, dvs. mange ethylendele (mange dansende par), som er bundet sammen.

Nogle eksempler på virkelige reaktioner er vist næste side. Reaktionen kræver en aktivering, der bryder dobbeltbindingen mellem kulstofatomerne i ethylenmolekylerne, der derefter meget hurtigt sammenkobles.

Resultatet er et makromolekyle. Disse processer har været kendt siden 1930 og sker oftest under tryk og ved forhøjet temperatur i en kemisk reaktor, der indeholder en katalysator.

En række af verdens vigtigste og mest anvendte plasttyper fremstilles ved denne reaktionstype.

Model





Plastmaterialerne og de produkter, som fremstilles heraf, indeholder millioner af makromolekyler for hvert gram. Makromolekylerne kan sammenlignes med byggesten, og plastproduktet med den færdige bygning.

Stenenes størrelse gør det muligt for arkitekten at arrangere tingene og således bestemme bygningselementernes form. Mørtlen (bindingen) mellem stenene giver bygningen den tilsigtede styrke.

På samme måde varierer plastmaterialernes egenskaber, alt efter makromolekylernes størrelse, form, orden og binding, men også efter den måde atomerne er ordnet i makromolekylerne. Makromolekylet forholder sig altså til plastproduktet som stenene til bygningen.

Ud fra egenskaber og struktur opdeler man normalt plastmaterialerne i tre hovedgrupper:

- Termoplast
- Hærdeplast
- Elastomerer

Termoplasttyperne udgør ca. 85 % af hele plastforbruget.



Plastmaterialer

Nogle af de væsentlige fordele ved anvendelse af plastmaterialer er følgende:

1. Lav massefylde i forhold til andre konstruktionsmaterialer ($0,83 - 2,20 \text{ g/cm}^3$).
2. God fleksibilitet.
3. Lav forarbejdningstemperatur (dermed billigt at formgive).
4. Mulighed for indfarvning af materialet (fordyrende processer som maling og lignende kan altså undgås).
5. Lav varmeledningsevne (kan altså anvendes som isolationsmateriale).
6. Høj elektrisk gennemslagsmodstand og lav elektrisk ledningsevne (kan anvendes som isolationsmateriale i forbindelse med elektriske komponenter).
7. Korrosionsbestandighed (angriber ikke på samme måde som jern af vand og luftens ilt).

Af forhold, man skal være opmærksom på, når man anvender plast, kan nævnes følgende:

1. Materialet er blødt og beskadiges let i forhold til andre konstruktionsmaterialer.
2. Materialet er kærvelsomt (dvs. at en relativ lille spids beskadigelse er brudansigt, og vil efter en vis tid eller ved høj belastning give anledning til brud).
3. Begrænset bestandighed over for varme.
4. Varmeudvidelseskoefficienten er meget stor (en 1000 mm lang polyethylenstang vil for hver grad den opvarmes udvide sig med 0,2 mm).
5. Begrænset bestandighed overfor sollys (UV-lys).
6. Spændingskorrosion (dvs., at der i spændingsbelastet plastmateriale under berøring med visse sæber eller olier kan opstå revnedannelse).



Fremstilling af plast

Alle plastmaterialer har kulstof (C) som grundelement, og det var derfor naturligt, at man i begyndelsen hentede råmaterialerne til plastfremstilling fra kulindustrien.

Foruden kulstof (C) kan plastmaterialer indeholde brint (H), chlor (Cl) og fluor (F). Plastmaterialernes egenskaber er stærkt afhængig af hvilke stoffer, der indgår i opbygningen.

Omkring år 1950 gik man dog over til at hente råmaterialerne i olieindustrien, da mange af de kulbrinteforbindelser, man skal bruge til plastfremstilling, fremkommer direkte ved raffinering af råolie.

Plast fremstilles af naturmaterialer som olie, kalk salt, sand og atmosfærisk luft. Disse materialer nedbrydes først til simpel bestanddele og udsættes derefter for en sammenkoblingsproces, hvor man under gunstige betingelser, ved anvendelse af tryk, varme og katalysatorer får dannet plastmaterialet.

Plastmaterialernes opbygning

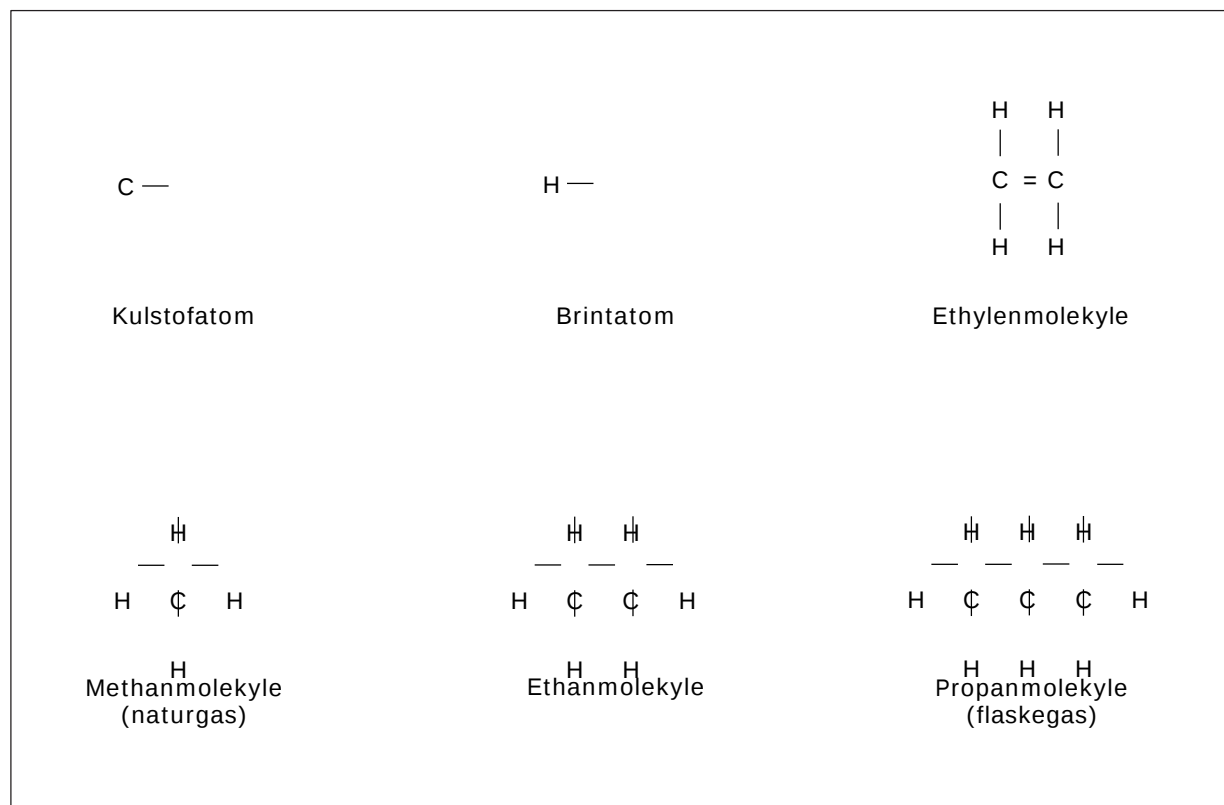
Alle kendte stoffer er opbygget af små bestanddele, som kaldes atomer. I dag kender man godt 100 forskellige atomer.

Et stof, som er opbygget af ens atomer, kaldes et grundstof, og da der af hvert kendt atom kan dannes et stof, som kun består af denne ene type atomer, findes altså tilsvarende godt 100 grundstoffer. Eksempler på grundstoffer er brint, kulstof, ilt, kvælstof, klor, jern, sølv, tin, kviksølv, guld, platin.

Atomer slutter sig sammen til lidt større enheder, som kaldes molekyler. Et grundstof vil derfor bestå af ens molekyler, der alle er opbygget af samme slags atomer.

Hvis derimod to eller flere forskellige atomer slutter sig sammen til et molekyle, har man det, der kaldes en kemisk forbindelse.

Som eksempler på kemiske forbindelser kan nævnes:



Svejsning af rørsystemer i plast

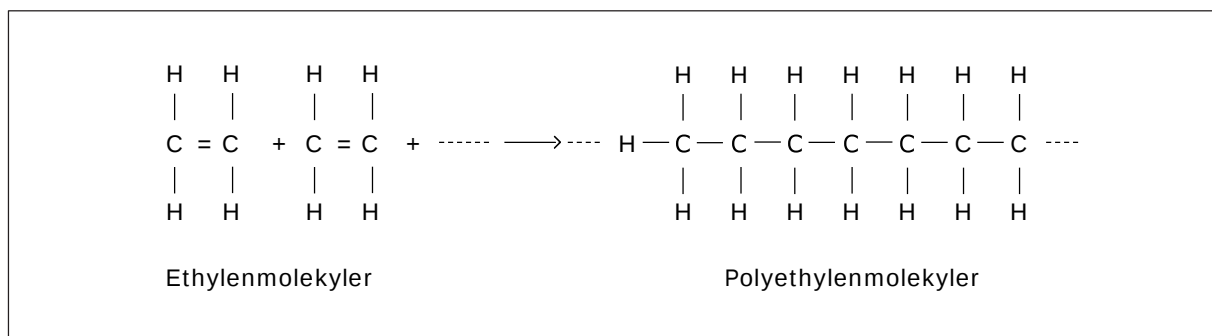


Materialelære

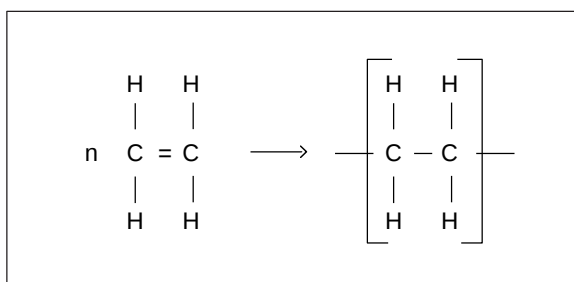
Dannelsen af højpolymere materialer sker gennem en sammenkoblingsproces ud fra små molekyler, der ofte er sammensatte kemiske forbindelser.

Det stof, hvis molekyler danner byggesten i koblingsprocessen, kaldes monomerer til det pågældende plastmateriale.

F.eks. fremstilles polyethylen med lav densitet (PELD) af luftarten ethylen, som fås ved krackning af råolie. Processen kaldes en polymerisationsproces.



eller skrevet på en anden måde:



hvor n er antallet af ethylenmolekyler.

I de normale anvendte PELD-typer har man mellem 1.000 og 10.000 ethylenmolekyler i hvert kædemolekyle.

Op mod slutningen af 30'erne blev ethylen betragtet som et spildprodukt ved krackning af råolie.

Mangel på smøremidler og den forestående 2. Verdenskrig medførte en intensivering af søgningen på at kunne polymerisere ethylenen til et olieagtigt produkt.

ICI i England var de første, som kom med et brugbart produkt. Ved at bringe ethylen under højt tryk (2.000 atm) og opvarme til ca. 300 °C samt tilstedeværelsen af en katalysator fik man polymeriseringen til at ske.

Afhængig af, hvor langt man lod reaktionen forløbe, fik man en olieagtig væske, et voksagtigt stof, og til sidst det faste materiale polyethylen.

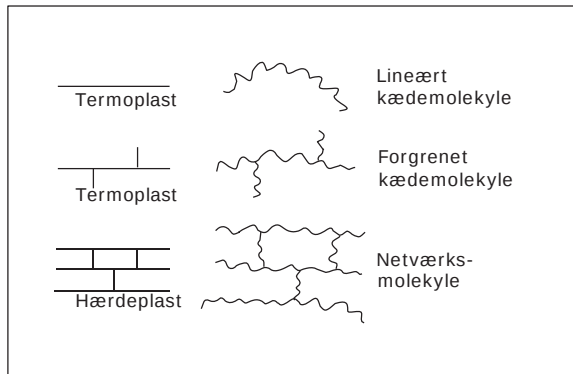
Materialet fik ingen betydning som smøremiddel, men blev anvendt inden for radarindustrien på grund af materialets gode egenskaber som isolationsmateriale.



Termoplast og hærdeplast

Plastmaterialerne opdeles i to hovedgrupper: Termoplast og hærdeplast.

Opdelingen er baseret på, om der mellem de enkelte kædemolekylær er tværbindinger eller ej.



Forskellen i de to gruppers forhold over for varme er stor, og har stor praktisk betydning.

Termoplast viser gentagen plastisk formbarhed.

Forholdet kan udtrykkes på den måde, at man ved opvarmning af termoplast tilfører energi til kædemolekylerne således, at de får en større bevægelighed.

Denne bevægelighed resulterer i en blødgøring af materialet. Ved fortsat opvarmning bliver det sejtflydende og derefter plastisk, hvilket i almindelighed opfattes som smeltning.

I denne tilstand er den stærke sammenfiltring af kædemolekylerne blevet ophævet, og materialet kan formes. Ved afkøling genvinder termoplastmaterialet sine oprindelige egenskaber.

Denne egenskab gør de termoplastiske materialer lette at forarbejde, men begrænser også deres anvendelse ved højere temperatur.

Hærdeplast er på grund af tværbindinger begrænset til engangsformbarhed i plastisk tilstand.

Under selve forarbejdningen arbejder man med relative korte kædemolekyler, men ved opvarmning eller tilsætning af hærdemidler knyttes de korte kædemolekyler sammen med tværbindinger til et netværksmolekyle.

Hærdeplast kan betragtes som et stort sammenhængende molekyle, der ikke på ny kan bringes i plastisk tilstand.

Overopvarmning af hærdeplast medfører, at materialet ødelægges termisk og mister de oprindelige egenskaber, som ikke gendannes ved afkøling.

I almindelighed kan hærdeplast anvendes ved væsentlige højere temperaturer end termoplast uden at ødelægges af varmen.

Termoplasttyper	Hærdeplasttyper
Polyethylen	Epoxyplast
Polypropylen	Polyurethan
Polybutylen	Umættet polyester
Polyvinylchlorid	Phenolplast
Akrylnitril-butadienstyren	Urea-formaldehydplast
Polyamid (nylon)	
Acrylplast	
Polycarbonat	
Polystyren	
Termoplastisk polyester	
Polyvinylidenfluorid	

Termoplastens tilstandsformer i forhold til temperatur:

1. Materialet er formstabelt, "stift"
2. Gummielastisk, blødt, kan formes
3. Termoplastisk, kan svejdes
4. Nedbrydning, forbrænding



Krystallitdannelse

Termoplastmaterialerne er i deres struktur enten amorge eller delkrystallinske materialer, alt efter kædemolekylernes opbygning.

I de amorge plastmaterialer er den indbyrdes beliggenhed og struktur af alle kædemolekyler fuldstændig tilfældig, ligesom "kogt spaghetti" eller trådene i et stykke filt eller vat. De amorge termoplastmaterialer er generelt tungere, da molekylkæderne kan "pakkes" tættere.

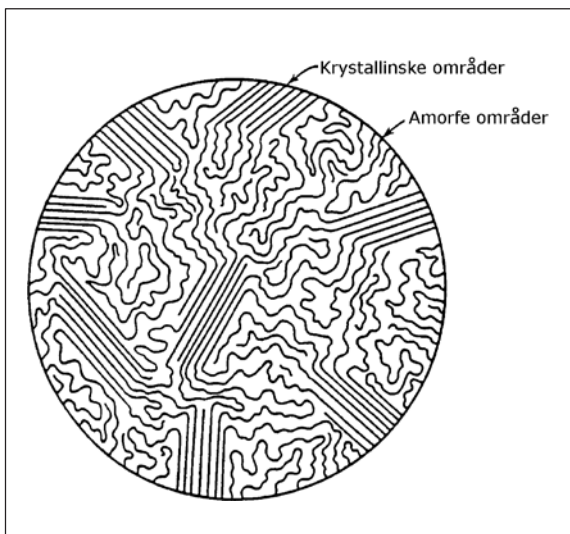
I de delkrystallinske plastmaterialer har kædemolekylerne visse steder tendens til, at lægge sig parallelt med hinanden på et stykke af længden, og der opstår derved det man kalder krystallitdannelse. Krystalliser er altså et antal kædemolekyler, der ligger parallelt med hinanden og forholdsvis tæt på et stykke af længden.

Et kædemolekyle passerer ofte gennem flere amorge områder og gennem flere krystallitter.

Da lysbrydningen ikke er den samme for amorf og krystallinsk materiale, bliver delkrystallinsk (krystallitholdigt) termoplast mælket eller uklar som ved polyethylen, polypropylen og nylon.

Er strukturen fuldstændig amorf, fås glasklart materiale som f.eks. polystyren, polyvinylchlorid, polycarbonat og acryl.

Er termoplastmaterialet stærkt krystallinsk, fås atter en gennemsigtighed, som f.eks. kan ses hos polypropylen ved specielt afkøling.



Opbygning af delkrystallinsk plastmateriale

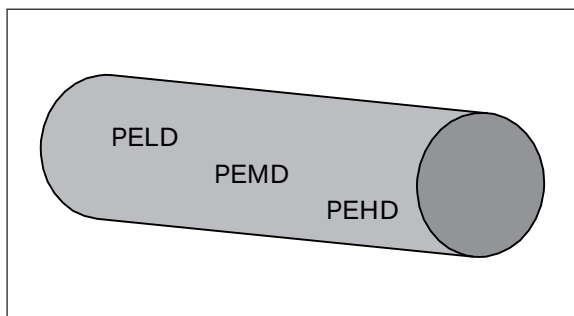
Krystallitter er - som navnet siger - en forekomst, der på grund af den ordnede struktur minder om krystaller.

Forholdet mellem den amorge del og den krystallinske del er forskelligt for de forskellige termoplastmaterialer, og kan endog være forskelligt for det samme materiales vedkommende. En langsom afkøling begunstiger indholdet af krystallitter, mens en chokafkøling ikke giver kædemolekylerne tid til at indordne sig, hvorved man helt kan undgå krystallitdannelse.

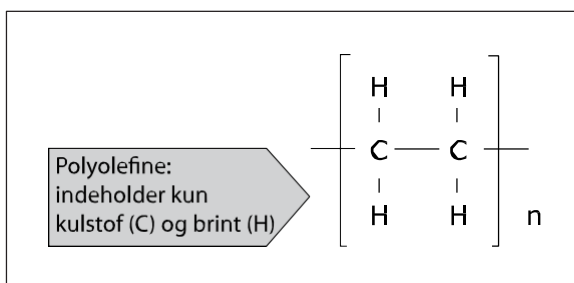


Materialer

Polyethylen PE



Kemisk sammensætning



Betegnelsen polyethylen dækker over en række materialer, der kan inddeles i fire hovedtyper efter massefylde (densitet), molekyleopbygning og dermed forskellige egenskaber:

PELD	(Lav Densitet) 0,910-0,930 g/cm ³
PELLD	(Lineær Lav Densitet) 0,910- 0,935 g/cm ³ .
PEMD	(Medium Densitet) 0,930-0,948 g/cm ³ .
PEHD	(Høj Densitet) 0,948-0,980 g/cm ³ .

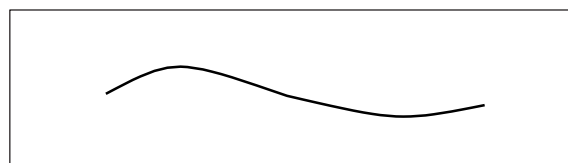
**Materialer, der vejer under
1 g/cm³, vil flyde på vand**

Densitetsværdierne kan variere fra de generelle inddelinger.

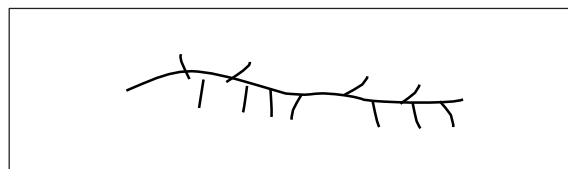
PELD og PEHD betegnes også som henholdsvis forgrenet og lineært polyethylen. Da PEHD har meget få sidegrene på kædemolekylerne, kan disse bedre "pakkes sammen", derfor bliver der gennemsnitlig flere molekyler pr cm³. PEHD får derfor, i sammenligning med PELD, PELLD og PEMD, en større densitet (vægt).

Man opnår forskellige egenskaber i materialerne, ved de forskellige sammensætninger. PEMD er en blanding mellem egenskaberne fra PEHD og PELD.

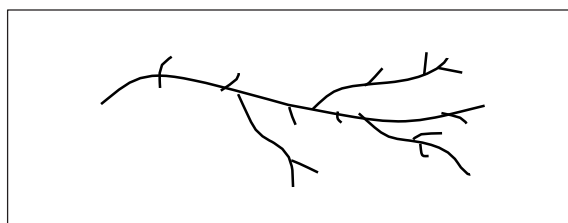
Udseende



PEHD



PELD



PELLD



Materialer

PE er en delkrystallinsk termoplast, i ufarvet tilstand er materialet helt eller delvis uigennemsigtigt. I uindfarvet tilstand er materialet mælkehvidt/opalfarvet. Kun i form af tynde folier er materialet gennemsigtigt. Kan fås indfarvet efter ønske.

Identifikation

Overfladen er forholdsvis blød og vokslignende. Brænder med en klar, ikke sodende flamme, blå i bunden, gul i toppen, drypper og lugter som stearin, er ikke selvslukkende. Der kan være tilsat brandhæmmer. Antændelsestemperatur ca. 340 °C.

Overfladebehandling

Overfladebehandling af polyethylen benyttes normalt ikke, da det er svært at male og trykke på. Kan kun gennemføres hvis materialet er forbehandlet, dvs. overfladen er omdannet, med flamme- eller gnisttritting (corona), så kan alkydemaljer eller 2-komponentlakker anvendes.

Limning

Bør ikke limes. Samling af polyethylen foretages bedst ved svejsning og der foretages sjældent limning. På grund af den gode kemiske bestandighed og den høje overflademodstand (upolaritet) kan man ikke lime PE umiddelbart. Man vil kun opnå en relativ ringe styrke i samlingen, og der kræves en besværlig forberedelse af overfladen med flamme- eller gnisttritting inden limprocessen.

Limning (klæbning) på basis af epoxy, polyurethan eller syntetisk gummi er muligt, men opløsningsmidler kan ikke anvendes.

Svejsning

Polyethylen har særdeles gode svejseegenskaber.

Stuk-, infrarød (IR)-, muffle-, friktions-, varmluft-, ekstruder-, varmluft-, kantbuk- og elektrosvejsning kan anvendes. Tyndvægssvejsning med teflonbelagt varmetråd til tynde folier og poser. Ultralydssvejsning er ikke særlig anvendelig. Stuksvejsning af PELD rør kan ikke anbefales. Højfrekvenssvejsning (HF) kan ikke anvendes.

Overfladen på PE materialer udsættes for iltning ved kontakt med atmosfærisk luft,

denne iltning resulterer i manglende/dårligere binding ved svejsning, gælder generelt, men især PE100 materialer påvirkes af iltningen. Derfor skal overfladen på rør, der har været udsat for iltning skrubes/høvles umiddelbart før svejsning, plader skrubes eller slibes.

I brugervejledningen for pågældende materiale, vil det fremgå, hvor lang tid, der højst bør gå fra denne proces, til svejsning gennemføres. PE rør med beskyttende PP kappe, kan svejdes uden denne forarbejdning, såfremt kappen først fjernes umiddelbart inden.

PE typerne PEHD 500 og især PEHD 1000 kan være vanskelige at svejse, grundet tilsætning af slipmidler, antislipmidler og antistatiske midler.

Mekaniske egenskaber

- PELD og PELLD er bløde og bøjelige materialer.
- PEHD er hårdere og stivere.
- PEM er et materiale, der i egenskaber ligger imellem disse.
- PEHD forefindes i flere densiteter, bl.a. HD 300 - HD 500 - HD 1000.

Relativt blødt og fleksibelt (koldflydende) materiale, tåler ikke så store mekaniske belastninger og spændinger uden deformation som PA, POM og PET.

Dimensionsstabiliteten er god, men der opstår forholdsvis hurtigt spidsninger ved rørender efter produktion, samt på tidligere afkortede rør, hvilket man skal være opmærksom på i forbindelse med stuksvejsning. Kantforskydningen mellem et nyligt afkortet rør og et "lagret" rør, kan være for stor i forhold til, at kunne overholde max kantforskydning, hvorfor man må afkorte det spidsede rør.

God slidstyrke over for masse gods, f.eks. korn, kul eller grus. Kærslagstyrken er god, kan tåle store slagpåvirkninger selv ved lave temperaturer og er meget dæmpende overfor slag og vibrationer.

Har stor varmeudvidelseskoefficient, derfor bør man undgå samling ved gevindskæring og undersænkede skruer mod andre materialer, som har en mindre udvidelseskoefficient, f.eks. stål. Har tendens til koldflydning. Lav friktion. Lav vægt.



Materialer

Mekanisk bearbejdning: Spåntagning, savning, boring, stansning, klipping og varme- og koldbukning.

Ved mindre pladetykkelser er PE velegnet til bukning over varmetråd/infrarødt (IR) varmelegeme. Plader kan varmbukkes ved opvarmning med varmepistol eller lignende.

Pladen opvarmes, indtil den bliver blød, og bukkes derefter over en kant, et rør eller andet, der har den ønskede form. Pladen fastholdes i denne position, indtil den er kølet af. Ved PE-HD 500 og 1000 er varmbukning mulig, men besværligt.

Materialet kaster sig ved afkøling, og det kan derfor være nødvendigt, at holde det formede emne i et fikstur, hvor det kan afkøles fra alle sider. PEHD kan koldbukkes i bukkemaskiner som til stål. Koldformning af PEHD plader er mulig, hvis de efterfølgende holdes fast i faconen. De indre spændinger giver normalt ingen problemer.

Termiske egenskaber

Polyethylens bestandighed over for varme er ringe, kuldebestandigheden er god. PEHD har bedre varmebestandighed end PELD, og tåler at blive varmesteriliseret. Til gengæld har PEHD en ringere kuldebestandighed end PELD. PE kan anvendes i temperaturområdet -50 til 80 °C, maksimal anvendelsestemperatur er for PEHD 60 - 70 °C. PEHD 1000 kan anvendes ned til -260 °C.

Det krystallinske smeltepunkt er: PELD ca. 110 °C, PELLD ca. 125 °C, PEHD ca. 130 °C. Kan formes i det termoelastiske temperaturområde ved ca. 120 – 130 °C.

Kemisk bestandighed

Den kemiske bestandighed er god, således opløses polyethylen ikke af almindelige opløsningsmidler, men PELD kan kvælde under indvirkning af benzin, terpentin og petroleum.

Polyethylen - især PEHD - har tendens til spændingskorrosion. PE folier har ringe barriereegenskaber overfor aromastoffer, ilt og kultveile. Polyethylen er kemisk stabilt op til temperaturer hvor plasten bliver nedbrudt. PE karakteriseres sig ved en udmærket bestandighed over for mange kemikalier. PE optager ikke vand og har en stor vanddampthæthed.

Vandige opløsninger af salte, syrer og baser angriber ikke. En undtagelse er dog stærkt

oxiderende kemikalier som salpetersyre, olium og halogener. Under 60°C er næsten alle organiske opløsningsmidler uskadelige.

Udendørs bestandighed

Polyethylen kan kun anvendes udendørs, hvis det er tilsat carbon black, kønrøg, som vil resultere i en sort indfarvning, eller der tilsættes en anden UV-stabilisatorer.

Miljø

PE betragtes som en af de mest miljøvenlige plasttyper. PE medfører ingen væsentlige belastninger for miljøet og medfører ved fuldstændig forbrænding kun emission af CO₂ og vand. Emner af PE kan ikke reagere med stoffer i kroppen, dog bør man ikke indånde støv. Er svært nedbrydeligt i naturen. Materialet kan genanvendes.

Anvendelsesområder

- | | |
|------|---|
| PELD | Vandrør, drænrør og formstykker. |
| PEMD | Vand-, kloak- og gasrør. Formstykker og plader. |
| PEHD | Vand og kloakrør, formstykker og plader. |

Øvrig anvendelse:

Transportkasser, husholdningsartikler, legetøj, tekniske artikler, flasker, beholdere, profiler, plader og folier, Armaturer, kabelrør, kabelisolering, plastposer, sække, legetøj, folie til indpakning, krympefilm. PE opfylder betingelserne for direkte kontakt med fødevarer.

I levnedsmiddelindustrien anvendes PEHD især til skæreplader, forme til fødevarer, adskillelser i fryser og køkkenudstyr. Poser fremstillet af polyethylen udmærker sig ved at have en stor kuldefleksibilitet, idet materialet først bliver sprødt ved temperaturer under minus 100° C.

Visse PE råvaretyper kan opfylde krav til hospitalsudstyr. PELLD anvendes bl.a. til tæt-sluttende poser til dybfrost

Materialet er velegnet i glidefunktioner på grund af lav friktion og slidstyrke. PEHD plader anvendes til opsvejsning af kar og beholdere. PEHD 500 og PEHD 1000 bruges til tandhjul, kædestyr, slidsskinner mv.

I transportanlæg for masse gods, f.eks. kul, korn eller grus bruges PEHD 1000 til slidpla-

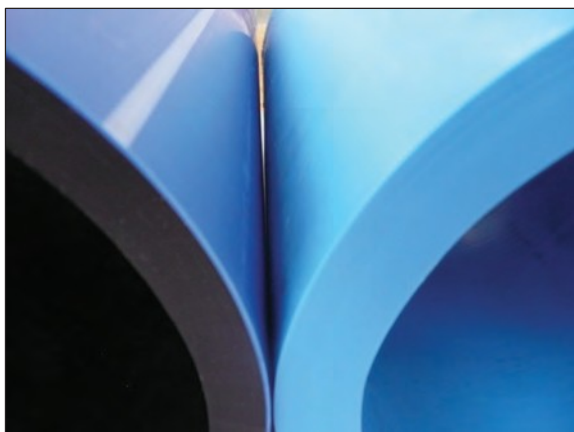
Svejsning af rørsystemer i plast



Materialer

der, endvidere anvendes det til kemikalietanke, belægning i gylletanke, folie til industri og landbrug.

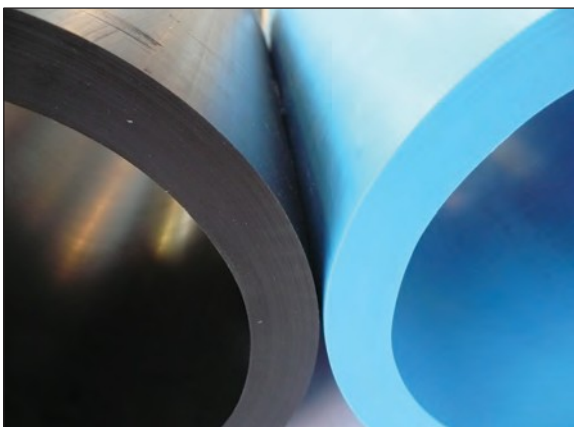
PEMD rør fremstilles i 2 materialer, PE 80 og PE 100. PE 100, som har densitet på ca. $0,951 \text{ g/cm}^3$, er et stærkere materiale end PE 80. Derfor kan man med en halvering af godstykkelsen og dermed lavere vægt, opnå samme trykværdi (PN), samt have en større indvendig diameter (transportere mere), end ved et tilsvarende PE 80 rør.



Venstre rør er et PE 100 Ø 160 x 9,5 SDR 17 (med PP kappe). Rørets påtrykte godstykkelse er udmålt uden kappen, som er ca. 0,9 mm. Tyk. Højre rør er et PE 80 Ø160 x 14,6 SDR 11.

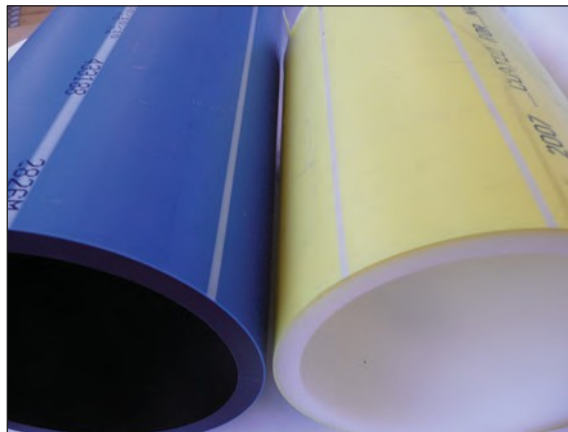
Begge rør har en PN 10 trykværdi (10 Bar).

Må ikke stuksvejses mod hinanden, da der er forskellig godstykkelse, men skal samles ved elektromuffesvejsning.



Venstre rør er et PE 100 Ø 160 x 14,6 SDR11 PN16. Højre rør er et PE 80 Ø160 x 14,6 SDR 11 PN10.

Godstykkelsen på et PE 80 rør i PN 10 (10 bar) svarer til et PN 16 (16 bar) i et PE 100 materiale. Ved samme godstykkelse, kan PE 80 og PE 100 rør stuksvejses mod hinanden.



Begge rør er PE 100 Ø 160 x 9,5 SDR 17, men det blå rør er godkendt til vand og PN10. Det gule rør er godkendt til gas, men på grund af en højere sikkerhedsfaktor for gas, kun godkendt til PN4.



Elektriske egenskaber

PE er et af de bedst isolerende plastmaterialer for elektriske påvirkninger. Det dielektriske tab er lavt. Statisk elektricitet kan give problemer. Materialet kan tilsættes et antistatisk middel, der øger overfladens ledningsevne, hvilket reducerer opladning.



Materialer

PEX A, B og C

PEX-rør fremstilles efter tre forskellige produktionsmetoder, som giver ubetydelige forskelle i det færdige PEX-rør

Gennem krydsbinding af polyethylen (PE) får man et nyt og stærkere materiale, der går under betegnelsen PEX. Rør fremstillet af PEX er ideelle til brugsvand og varmesystemer. Traditionelt anvendes tre forskellige krydsbindingsmetoder (A, B og C) til fremstilling af PEX. For producenterne er der fordele og ulemper ved de enkelte metoder, men for det færdige PEX-rør er produktionsmetoden uden væsentlig betydning. De fleste PEX-rør på markedet er testet i henhold til DIN 16 892, og rør til brugsvandsinstallationer er VA-godkendte. Godkendelseskriterierne er de samme, hvad enten PEX er fremstillet efter metode A, B eller C.

Uanset produktionsmetode overholder PEX-rør de samme kvalitetskrav

Langt de fleste rør på det danske marked er testet i henhold til DIN 16 892, der fastlægger en række kvalitetskrav til rør fremstillet af krydsbundet polyethylen. Normen stiller krav til overfladens ensartethed, acceptable afvigelser fra angivne mål, langtidsholdbarhed, krydsbindingsgrad og længdeændring ved varmepåvirkning. Kravene er de samme, hvad enten røret er fremstillet efter metode A, B eller C.

På et område stiller normen dog forskellige krav, nemlig med hensyn til krydsbindingsgraden. Krydsbindingsgraden fortæller, hvor stor en del af PE-materialet, der er krydsbundet. Generelt gælder, at jo mere man efter den enkelte metode krydsbinder et materiale, jo stærkere bliver det.

Bliver materialet overkrydsbundet, bliver det dog sprødt. DIN 16 892 stiller følgende minimumskrav til krydsbindingsgraden:

- rør krydsbundet efter metode A: min. 75%
- rør krydsbundet efter metode B: min. 65%
- rør krydsbundet efter metode C: min. 60%

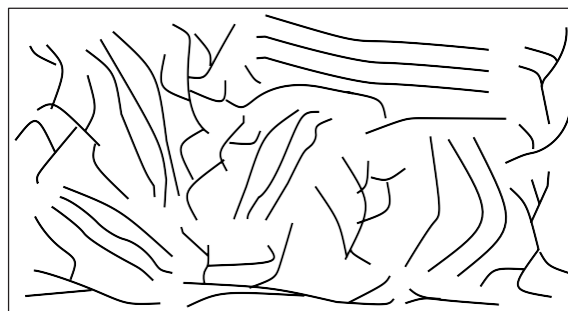
Er PEX A rør så stærkere end PEX B og C rør? Det kan man ikke umiddelbart sige noget om. Et PEX-rørs styrke og langtidsholdbarhed afhænger også af typen af PE-materiale og af producentens stabilisering af materialet (fx

tilsætning af antioxidanter). Til fremstilling af PEX A anvender man for at kunne styre krydsbindingsprocessen typisk et PE-materiale med en lidt lavere densitet og dermed ringere styrkeegenskaber end det PE-materiale, der anvendes til fremstilling af PEX efter metode B og C. For at kompensere for dette krydsbinder man PEX A mere end PEX B og C. Dette er baggrunden for, at man i DIN 16 892 stiller højere krav til krydsbindingen for PEX A end for PEX B og C. Erfaringen har vist, at PEX A skal være krydsbundet mindst 75% for at kunne bestå normens holdbarhedstest, hvor tallet for PEX B og C er henholdsvis 65 og 60%.

Holdbarheden testes i henhold til DIN 16 892 ved at fylde et rørstykke med vand og dernæst påvirke røret med en specifik kombination af tryk og temperatur i et givet tidsrum. Kan røret holde til belastningen uden at blive utæt eller at gå i stykker, er testen bestået. Testen gennemføres med flere forskellige kombinationer af tryk, tid og temperatur.

Krydsbinding af polyethylen forstærker materialets molekylestruktur og egenskaber

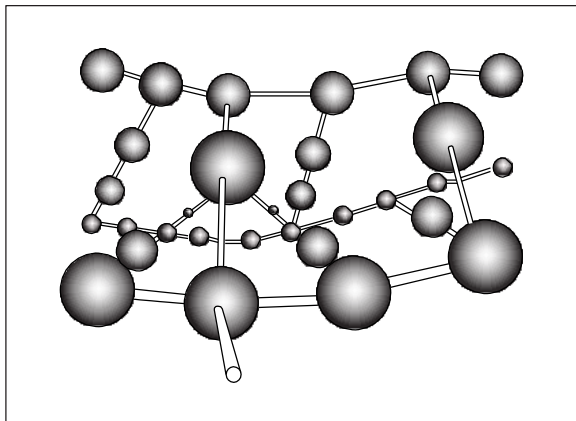
Men hvad sker der egentlig ved en krydsbinding? Ved krydsbinding af PE forstærker man materialets molekylestruktur. I PE er strukturen delkrystallinsk. De enkelte molekyler ligger i nogle områder rimeligt ensartet og tæt (de krystallinske områder) og i andre områder mere eller mindre tilfældigt (de amorfe zoner), se figuren herunder. I de krystallinske områder er tiltrækningskræfterne mellem de enkelte molekyler større end i de amorfe zoner.



Molekylestruktur i delkrystallinsk termoplast, som fx PE. Molekylerne ligger i nogle områder rimeligt ensartet, i andre mere tilfældigt.



Ved produktionen af PEX "åbner" man de enkelte molekylekæder, der dernæst danner stærke indbyrdes bindinger. Herved låses molekylerne sammen i et tre-dimensionelt netværk, som kun vanskeligt brydes, se figuren herunder.



Forstærket molekylenetværk i PEX. Molekylerne er låst sammen i et tredimensionelt netværk, der kun vanskeligt brydes.

Rørproducenter bruger tre metoder til krydsbinding af polyethylen

I rør-industrien anvendes primært tre forskellige produktionsmetoder til krydsbinding af PE:

- Peroxid-metoden (også kendt som PEX A metoden)
- Silan-metoden (også kendt som PEX B metoden)
- Bestrålingsmetoden (også kendt som PEX C metoden)

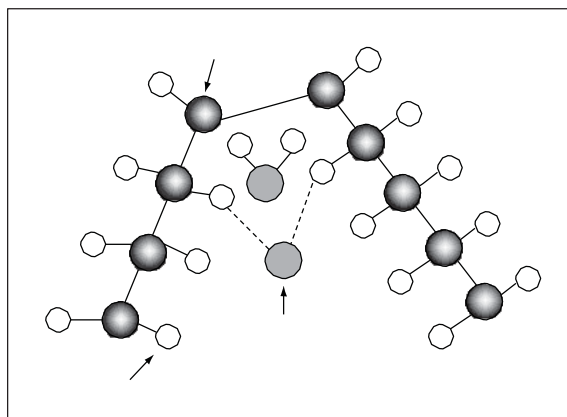
Til rørproduktion var Peroxid-metoden (A) den første, der blev taget i brug. Forinden havde man dog anvendt Bestrålingsmetoden (C) til krydsbinding af polyethylen til andre formål. Begge metoder har været kendt og anvendt siden slutningen af 50'erne. Silan-metoden (B) blev introduceret i slutningen af 60'erne.

Ved Peroxid- (A) og Bestrålingsmetoden (C) dannes bindinger mellem kulstofatomerne i PE-molekylekæderne (C-C bindinger), hvorimod der ved Silan-metoden (B) dannes bindinger mellem silan- og iltatomer (Si-O-Si bindinger). For styrken i PEX-materialet har det ingen praktisk betydning, om der dannes C-C eller Si-O-Si bindinger, idet bindingerne stort set er lige stærke. Ved 200 °C skal der bruges en energimængde på 368 kJ/mol for at bryde C-C bindingen og 374 kJ/mol for at bryde en Si-O-Si binding. Ved opvarmning ændres energimængderne på grund af sving-

ningerne i materialet, men stadig vil forskellen mellem energimængderne for de to typer bindinger være forsvindende lille og uden praktisk betydning.

Peroxid-metoden (A)

Ved Peroxid-metoden (A) åbner man PE-kæderne gennem tilsætning af peroxid. Peroxiden spaltes ved høje temperaturer, hvorefter oxid-ionerne reagerer med brint-ioner fra PE-kæderne, der åbnes og danner indbyrdes bindinger mellem kulstofatomerne, se figuren herunder.



Principper ved krydsbinding af PE efter Peroxid-metoden. Molekydekæderne åbnes af reaktive iltatomer, og der dannes C-C bindinger mellem PE-kæderne.

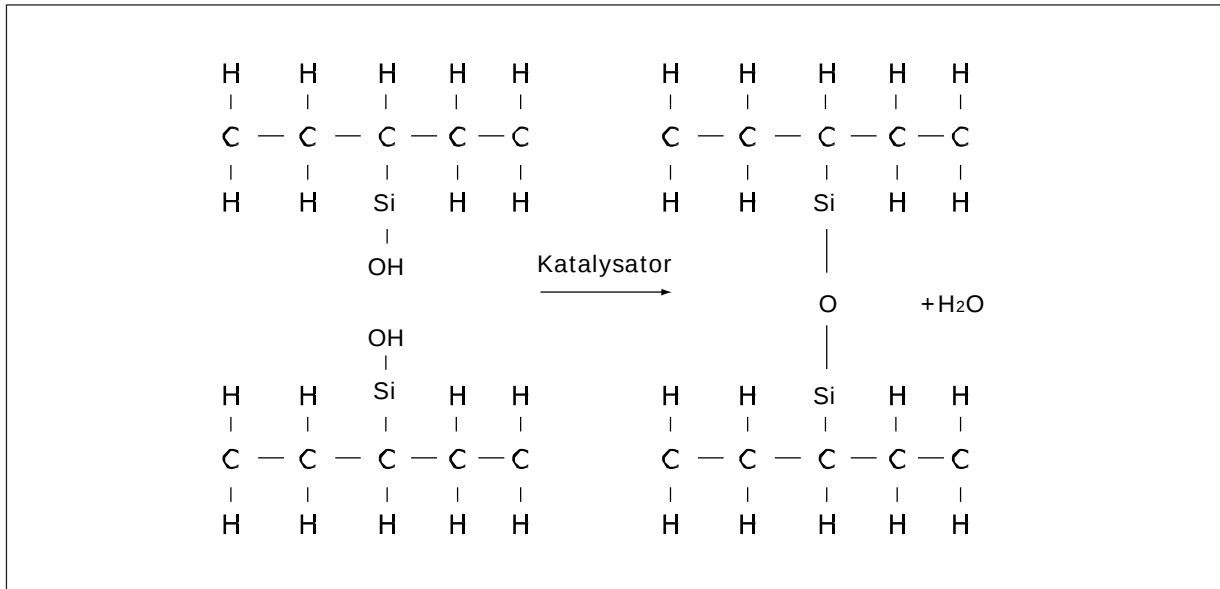
Krydsbindingen sker enten samtidig med ekstruderingen af røret (efter den såkaldte Engel-metode) eller ved efterfølgende at nedsænke røret i et saltbad med en temperatur på 250-280 °C (Pont-à-Mousson metoden).

Set fra producentens synsvinkel er fordelene ved Engel-metoden, at røret ekstruderes og krydsbindes i én arbejdsgang. Til gengæld kræves dyrt og avanceret produktionsudstyr, og krydsbindingsprocessen belaster produktionsapparatet (extruderen) i forholdsvis lang tid.



Silan-metoden (B)

Ved Silan-metoden (B) er basisproduktet polyethylen tilsat silan. Hertil tilsættes en katalysator for at accelerere krydsbindingshastigheden, og røret ekstruderes. Krydsbindingen sker efterfølgende under påvirkning af vanddamp, idet der dannes Si-O-Si bindinger mellem molekylerne, se figuren herunder.



Princippet ved krydsbinding af PE efter Silan-metoden. Silan-modificerede PE-kæder åbnes ved hjælp af en katalysator, og der dannes Si-O-Si bindinger mellem molekylkæderne.

Produktionsteknisk har Silan-metoden (B) den fordel, at røret kan ekstruderes på et standardanlæg. Ulempen er, at der kræves to håndtering af røret, da krydsbindingen foretages i en ny proces i et andet anlæg.

Bestrålingsmetoden (C)

Ved denne metode udnytter man energien fra en elektrisk strømkilde til at spalte PE-kæderne. PE-røret produceres på vanlig vis, men føres efter ekstruderingen ind i et anlæg, hvor det bombarderes med elektroner.

Elektronerne "stjæler" brint-ioner fra PE-kæden, og der dannes C-C bindinger mellem de enkelte PE-molekyler. Metoden kræver således ikke tilsætningsstoffer eller forudgående bearbejdning af PE-råmaterialet.

Apparaturet til bestrålingen er dyrt, og der kræves to arbejdsgange. Til gengæld kan røret ekstruderes på et standardanlæg. Krydsbindingen er betinget af, at elektronerne trænger helt igennem rørvæggen, hvilket sætter en grænse for, hvor store dimensioner, der kan produceres efter denne metode.

Denne grænse ligger dog langt over det normale for PEX-rør til brugsvand og varmesystemer.

Samlemetoder

Til samling af PEX rør anvendes trækfaste fittings, enten skrue- eller kompressionsfittings. Materialet er uegnet til svejsning.



Materialer

Identifikation

Identifikation foretages lettest ved en forbrændingsproces, dog skal der ved afbrændingen tages højde for evt. giftig røgudvikling, for nogle materials vedkommende.

Bemærk!

Er materialet iblandet stabilisatorer, glide midler eller en form for blødgørere, kan lugten skifte karakter. Endvidere kan ikke selvslukkende materialer være tilsat brandhæmmer.

Enkel metode til identifikation af et plastmateriale

Der findes flere metoder til identifikation af et plastmateriale. Kendetegnen for de fleste af disse metoder er, at de kræver specielt udstyr i form af instrumenter eller væsker. Udstyr som man normalt ikke har ved hånden, når identifikationsbehovet er til stede.

En meget enkelt metode kræver kun en tændstik eller en lighter som hjælpemiddel. Herefter kan man ved hjælp af en brandtest nemt og hurtigt identificere et plastmateriale ud fra nedenstående tabel.

Bemærk: En del plasttypers røg er meget farlig at indånde.

Materialtype og navn		Vægtfylde g/cm ³	Brændbarhed	Brandtest Flammens udseende	Røgens lugt	Materialeforandring ved brandtest
Polyamid	PA	1,04-1,15	Delvis selvslukkende	Blå med gul kant	Brændt horn eller uld	Smelter og drypper stærkt
Polyoxmethylen Polyacetal	POM	1,40-1,42	Brænder selv videre	Svag blålig næsten usynlig	Stikkende af formaldehyd	Svulmer op og kan drøppe
Polyethylen terephthalat	PET	1,39	Selvslukkende	Gul og røgende	Sødlig	Sort aske
Polyethylen	PE	0,91-0,96	Brænder selv videre	Lys gul med blå keme	Stearin	Svulmer op og drypper let
Polypropylen	PP	0,91	Brænder selv videre	Lys gul med blå kerne	Som brændende olie	Svulmer op og drypper let
Polyvinylidenfluorid	PVDF	1,78	Svært antændelig	Gul	Meget farlig at indånde	Forkuller
Polytetrafluorethylen	PTFE	2,20	Svært antændelig	Gul	Meget farlig at indånde	Svulmer op og forkuller
Polycarbonat	PC	1,20	Selvslukkende	Lysende og røgende	Ubestemmelig sødlig	Svulmer op i blærer og forkuller
Polyvinylchlorid	PVC	1,38-1,40	Selvslukkende	Gul med grøn kerne, sprudlende og røgende	Stikkende af saltsyre	Svulmer op, let dryppende
Polymethylmethacrylat akryl, støbt	PMMA GS	1,18-1,20	Brænder selv videre	Gul med blå rand, knitrrende	Sødlig frugtagtig	Svulmer let op i blærer
Polymethylmethacrylat akryl, ekstruderet	PMMA XT	1,18-1,20	Brænder selv videre	Gul med blå rand	Sødlig frugtagtig	Svulmer op i blærer og kan drøppe
Polyphenyloxid	PPO	1,06	Selvslukkende	Sprudlende og røgende	Celluloid	Sort aske
Polystyren	PS	1,04-1,09	Brænder selv videre	Lysende gulrød osende sodflager	Sødlig af styren	Svulmer op og drypper
Akrylnitrilbutadienstyren	ABS	1,05-1,10	Brænder dårligt, men almindeligvis ikke selvslukkende	Gul med blå kerne osende sodflager	Svag sødlig af styren	Svulmer let op og forkuller
Polyurethan	PUR	1,20-1,26	Brænder selv videre, kan være selvslukkende	Klar gul	Stikkende, ækel af isocyanat	Kan drøppe, dråberne trækker tråde, når de falder

Bemærk: Der kan være tilsat brandhæmmer i materialerne, hvilket vil medføre, at materialet er selvslukkende.



Materialer

Kemiske egenskaber

De anførte værdier er retningsgivende - og faktorer som fyldstoffer, temperaturer, koncentrationer, belastninger, belastningstider og ligendene kan grundlæggende ændre værdierne.

Værdierne er angivet ved stuetemperatur (20 °C) samt, hvor andet ikke er angivet, ved stærkere koncentrationer.

En blanding af to medier medfører en kemisk reaktion med et tredje medie til følge. Det er ikke muligt ved aflæsning af et materiales resistens overfor to medier, at konkludere resistensen med det tredje.

Symbolforklaring

+ = Bestandig

Ingen eller kun lille vægt- og masseforandring (under 0,5 %). Ingen væsentlige ændringer i de mekaniske egenskaber.

+/- = Betinget bestandig

Nævneværdige vægt- og masseforandringer (0,5 - 5,0 %) efter nogen tid. Mulig blegnelse samt mindskning af styrke og sejhed. Betinget anvendeligt - dog kun hvis der er tale om simple materialer.

- = Ubestandig

Inden for kort tid stærke angreb, kraftige vægt- og masseforandringer (over 5 %) samt mindskning af styrke og sejhed. Anvendelse kan ikke anbefales.

O = Opløseligt

Mediet virker som opløsningsmiddel på materialet. Bør absolut ikke anvendes.

Hvor der ikke foreligger prøveresultater, er ikke angivet nogen værdi.

OBS

Værdier er angivet ved 20 °C.

Svejsning af rørsystemer i plast



Materialer

Medie	Koncentration (%)	PC	PVC hård	PA 6, PA 66	PA 11	POM C	POM H	PTFE	PETP	PMMA	PE	PP	PPO	PVDF	PUR	ABS	PSU	PEEK	PPS
Acetaldehyd	40	-	-	+/-	+/-	+	+/-	+	+	-	+	+	-	+	-		-	+	+
Aceton	100	-	-	+	+	+/-	+	+	+/-	-	+	+	-	+	O	-	-	+	+
Allylalkohol	100	-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+	+	O	+	+	+			+	+/-		
Allylol, se Allylalkohol																			
Aluminiumklorid	10	+	+	+/-	+	+/-		+	+	+	+	+	+	+		+	+		
Ammoniak, vandig	10	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
Ammoniumklorid		+	+	+	+	+	+/-	+	+	+	+	+	+	+			+		
Anilin	100	-	-	+/-	+/-	+/-	+/-	+	+	O	+	+	-	+	O	-	-	+	
Benzin, blyfri		O	+	+	+	+	+	+	+	O	+	+/-	-	+	+	-	+/-	+	+
Benzin, super		+/-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+/-	-	+	+	-	+/-	+	+
Benzol	100	-	+/-	+	+	+	+/-	+	+	O	+/-	-	-	+	+/-	O	-		
Benzylalkohol	100	-	+	+/-	+/-	+	+	+	+	-	+/-	+/-	-	+	+/-	O	+/-		
Blegelud, 0,1% fri klor		-	+	-	-	-	-	+	+		+/-	+	+	+/-		+	-		
Blyacetat			+	+/-	+	+	+	+			+	+		+	+	+			
Borsyre	10	+	+	+/-	+	+	+/-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Brintoverilte	0,5	+/-	+	+	+	+	+	+	+	+/-	+	+		+		+	+	+	
Brintoverilte	1	+/-	+	+	+/-	+	+	+	+	+/-	+	+		+		+	+	+	
Brintoverilte	3	+/-	+	+/-	+/-	+	-	+	+	+/-	+	+		+		+	+	+	
Brintoverilte	10	-	+	-	-	+	-	+	+	-	+	+		+			+	+	
Brintoverilte	30	-	+	-	-	+/-	-	+	+	-	+	+		+			+	+	
Brintperoxid, se brintoverilte																			
Bromsyre	50		+	-	-	-		+			+	+		+	-				
Butan, flydende		+	+	+	+	+	+	+	+		+	+		+				+	
Butanol	100	+	+	+	+	+	+	+	+/-	-	+	+/-	+		+/-		+/-		+
Butylacetat	100		+	+	+	+	+	+	+	O	+	-	-	+	-	O	-		
Butylalkohol, se butanol																			
Calciumcarbonat		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+			+	
Calciumhydroxid		+	+	+	+	+	+	+	+/-		+	+		+	+/-			+	
Calciumklorid, vandig	10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+/-	+	+	+	
Calciumklorid, alkoholholdig	20	+	+	O	+/-	+	+	+	+		+	+	+	+		+	+/-		
Celluloseacetat		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+				
Citronsyre		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Dieselolie	100	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+/-	+/-	+		+/-	+		
Diklorethan	100	O	-	+	+	+	+	+/-	-	O	-	+	=	+	-	O	-		
Diklorldifluormethan, se Freon 12																			
Diklortetrafluormethan, se Freon 14																			
Dioxan	100	O	-	+	+	+/-	+/-	+	+	-	+	+/-		-	-	O	-		

Svejsning af rørsystemer i plast

Materialer



Medie	Koncentration (%)	PC	PVC hård	PA 6, PA 66	PA 11	POM C	POM H	PTFE	PETP	PMMA	PE	PP	PPO	PVDF	PUR	ABS	PSU	PEEK	PPS
Eddikesyre	10	-	+	-	-	+	+/-	+	+	O	+	+	+	+	-	+	+	+	+
Eddikesyre	80	-	+/-	-	-	-	-	+	-	O	+	+	+	+	-	+/-	+	+	+
Ethanol	96	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	
Ethylalkohol, se Ethanol																			
Ethylacetat	100	-	-	+	+	+/-	+/-	+/-	+	-	+	+	-	+	-	O	-	+	+
Ethylenklorid, se Diklorethan																			
Ethylether	100	-	-	+	+	+	+	+/-	+	-	+/-	+/-	-		+	O	-		
Fedt, se spiseolie																			
Fenol, smeltet	100	O	+/-	O	O	-	-	+	-	O	+	+	-	+	+/-	+/-	-	-	
Fenol, vandig	10	-	+/-	-	-	-	-	+	-	O	+	+	-	+	+/-	+/-	-	+	+
Flussyre	40	-	+	O	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	-	+	-		
Flour, tør			+/-	-	-	-	-	+			-	-		+					
Fluorotrikloromethan, se Freon 11																			
Formaldehyd, vandig	20	+/-	+	+/-	+/-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+/-	+	-	+	
Formalin, se formaldehyd																			
Fosforsyre	10	+	+	-	+	+/-	-	+	+	-	+	+	+	+		+	+	+	+
Fosforsyre, koncentreret	80	-	+	-	+	-	-	+		-	+	+	+	+		+	+	+	
Freon 11		+/-	+	+	+	+	+/-	+	+		+/-	-		+					
Freon 12		+/-	-	+	+			+	+	+	+/-	-		+					
Freon 22		+/-	+	+				+	+		+/-	-							
Freon 113		+/-	+	+				+	+/-		+/-	-				+			+
Glycerin	90	+/-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+/-	+	+	+	
Heptan	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+/-	+	+	+
Hexan	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+/-	+	+	
Isopropanol	90	+/-	+	+	+	+	+	+	+	+/-	+	+	+	+	+/-	+	+/-		
Isopropylalkohol, se Isopropanol																			
Jern-III-klorid		+/-	+	-	+/-	+/-	+/-	+		+/-	+	+	+	+	+/-	+	+		
Jod/jod-kaliumopløsning	3	+	-	-	+/-			+	+		+/-	+	+	+			-		
Kalilud, vandig	10	-	+	+	+	+	+/-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
Kalilud, vandig	50	-	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	
Kalisalpeter	10	+	+	+	+	+/-	+/-	+	+	+	+	+	+	+		+	+		
Kaliumbikromat	5	+	+	+/-	+/-			+	+	+/-	+	+	+	+	+/-	+	+		
Kaliumnitrat, se Kalisalpeter																			
Kaliumpermanganat	1	+	+	-	-	+	+/-	+	+	+	+	+	+	+		+	+		
Klorbenzol	100	O	-	+	+	+	+/-	+	+	-	+/-	+	-	+	O	-	O		
Klordifluormethan, se Freon 22																			
Klorgas	100	+/-	+	-	-	-	-	+	-	-	+/-	-	-	+	O	-	-	+	+
Kloroform	100	O	-	-	-	-	-	+	-	O	-	+/-	+	+	O	O	O	+	+

Svejsning af rørsystemer i plast



Materialetyper

Materiale	Koncentration (%)	PC	PVC hård	PA 6, PA 66	PA 11	POM C	POM H	PTFE	PETP	PMMA	PE	PP	PPO	PVDF	PUR	ABS	PSU	PEEK	PPS
Medie																			
Klorvand		+/-	+/-	-	+	-	-		-		+/-	+/-	+	+		+/-	+		
Kobberklorid		+	+			+	+/-	+			+	+		+	+				
Kobbersulfat		+		+/-	+	+	+	+			+	+	+	+		+	+		
Kogsalt, se natriumklorid																			
Kridt, se calciumcarbonat																			
Kromsyre	10	+	+	-	+/-	-	-	+	+/-		+	+	+	+		+/-	-	+	
Kuldioxid		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+			+	
Kviksølv	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Kviksølvklorid, vandig	5	+	+	-	+/-	+	+	+			+	+	+	+		+	+		
Kulsulfid, se svovlsulfid																			
Magnesiumklorid, vandig	10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+/-	+	+	+/-	
Mangansulfat	10	+		+	+	+	+	+	+		+	+	+	+			+		
Methanol	98	-	+	+	+	+	+	+/-	+/-	-	+	+	+	+	+/-	-	+/-	+	+
Methylalkohol, se Methanol																			
Methylbenzol, se Toloul																			
Metylacetat	100	-	-	+	+	+	+/-	+	+	-	+	+	-	+			-		
Metylethylketon	100	-	-	+	+	+/-	+/-	+	+	O	+	+	+/-	+/-	-	O	-	+	+
Metylenklorid	100	O	-	+/-	+/-	-	-	+	-	O	+/-	+/-	O	+	O	O	O	+	+
Mineralolie	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Mælkesyre	10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	
Natriumbisulfat	10	+	+	+	+	-	-	+	+		+	+	+	+		+	+		
Natriumhydrogensulfid, se Natriumbisulfid																			
Natriumhydroxyd, se Natronlud																			
Natriumkarbonat	10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	
Natriumklorid	10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+/-	+	+	+	+/-
Natriumsulfat	10	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+		+	+		
Natronlud	50	-	+	+/-	+	+	-	+	-	+/-	+	+	+	+/-	-	+	+	+	+
Natronlud, vandig	10	-	+	+	+	+	+/-	+	-	+	+	+	+	+	+/-	+	+	+	+
Nitrobenzol	100	O	-	+/-	+/-	+/-	+/-	+	-	O	+	+	-	+	O	-	-	+	+
Oliesyre, koncentreret	40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+/-	+	+	+	+	+		
Oxalsyre	10	+	+	+/-	+	-	-	+	+	+	+	+/-	+/-	+		+	+	+	+
Petroleum	100	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+/-	+	
Phenol, se Fenol																			
Saltpetersyre, koncentreret	65	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+/-	-	-	+	-	+/-	-		-
Saltpetersyre	10	+/-	+	-	+/-	-	-	+	+/-	+/-	+	+	+	+	-	+	+	+	+
Saltsyre	10	+	+	-	+/-	-	-	+	+/-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	

A hand-drawn diagram of a cell. It features a large, irregular outer boundary representing the cell membrane. Inside, there is a smaller, roughly circular nucleus. Surrounding the nucleus is a network of lines representing the rough endoplasmic reticulum, with small dots indicating ribosomes.

[illegible]



Ordforklaring

Amorf

Betegnelse for materialer uden krystallinsk opbygning. Amorfe materialer har ikke noget fast smeltepunkt, men bliver gradvist blødere og mere flydende, ved stigende temperatur. Materialerne er glasklare og gennemsigtige.

Glasovergangstemperatur

Det tilnærmede midtpunkt af det temperatur-område, over hvilket den såkaldte glasovergang finder sted.

Ved glasovergangen sker en reversibel ændring i en amorf polymer eller i amorfe områder af en delkrystallinsk polymer fra (eller til) en viskos, eller gummiagtig tilstand til (eller fra) en hård og relativt sprød tilstand. Over glasovergangstemperaturen mister polymerer og plastmaterialer derfor formstabilitet.

Dielektrisk

Dielektrisk

Enhver elektrisk isolation mellem to ledere.

Dielektrisk konstant

Et tal, der beskriver den dielektriske styrke for et materiale i forhold til et vakuum, som har en dielektrisk konstant på én.

Dielektrisk modstand

Isolerende materials og mellemrums evne til at modstå specificerede overspændinger i et specificeret tidsrum (ét minut medmindre andet fremgår) uden overslag eller nedbrydning.

Dielektrisk test

En test, der anvendes til at verificere et isolationssystem. En spænding af en specificeret størrelse tilføres, i et specificeret tidsrum.

Kvælde

Materialer blødgøres, bliver sprødt og svulmer op.

Varmeudvidelseskoeficient

Udvidelse eller sammentrækning af materialer ved temperaturpåvirkninger.

F.eks. PE udvider/ sammentrækker sig 0,2 mm/°C/m.

Elastomerer

Kaldes også gummimaterialer. Bred betegnelse for polymere materialer, der med lille kraft kan strækkes langt ud over egen længde og vende tilbage til normal størrelse igen.

Pigment

Tilsætningsstof, der giver plasten farve. Som pigmenter bruges stoffer, der udmærker sig ved at have en stærk, ren farve, der er bestandig overfor lys, varme og andre påvirkninger. Der bruges også sorte og hvide samt okker og rustrøde pigmenter. Ved blanding af pigmenter kan alle mulige nuancer fremstilles.

Pigmenter har meget forskellig kemisk sammensætning.

Stabilisatorer

Tilsætningsstoffer, der bruges for at forebygge at polymeren nedbrydes ved opvarmning eller udsættelse for UV-lys. Der anvendes mange stabilisatorer med meget forskellig kemisk opbygning.

Tilsætningsstoffer

Bruges som samlet betegnelse for alle de stoffer, der tilsættes polymere for at tilpasse og optimere egenskaberne. Eksempler på sådanne stofgrupper er pigmenter, blødgørere, stabilisatorer, antioxidant, brandhæmmere

Smeltepunkt

Mange plasttyper er delvist krystallinsk og delvist amorf i molekylær struktur, der giver dem både et smeltepunkt og et eller flere glasovergange (temperaturer, ved hvilken grad af tværbinding er væsentligt reduceret).

Coronabehandling (gnistritning)

Gnistritning af overfladen. Anvendes for at aktivere overfladen, spc. i plasttyper med egenskaber som ellers ville umuliggøre overfladebehandling, som limning, maling eller påtrykning af farver.

Flammetritning

Opvarmning af overfladen, med (normalt) gasbrænder. Anvendes for at aktivere overfladen, spc. i plasttyper med egenskaber som ellers ville umuliggøre overfladebehandling, som limning, maling eller påtrykning af farver.



Materialer

Ultraviolet (UV)

Lyset fra solen indeholder ultraviolette stråler, som påvirker plastens egenskaber. Næsten alle typer af termoplast er tilsat en UV beskyttende stabilisator, for at modvirke nedbrydningen af materialets oprindelige egenskaber.

Kønrøg (carbon black)

Sod, carbon black, fint pulver af carbon (kulstof), dannet ved ufuldstændig forbrænding af olieprodukter eller gas.

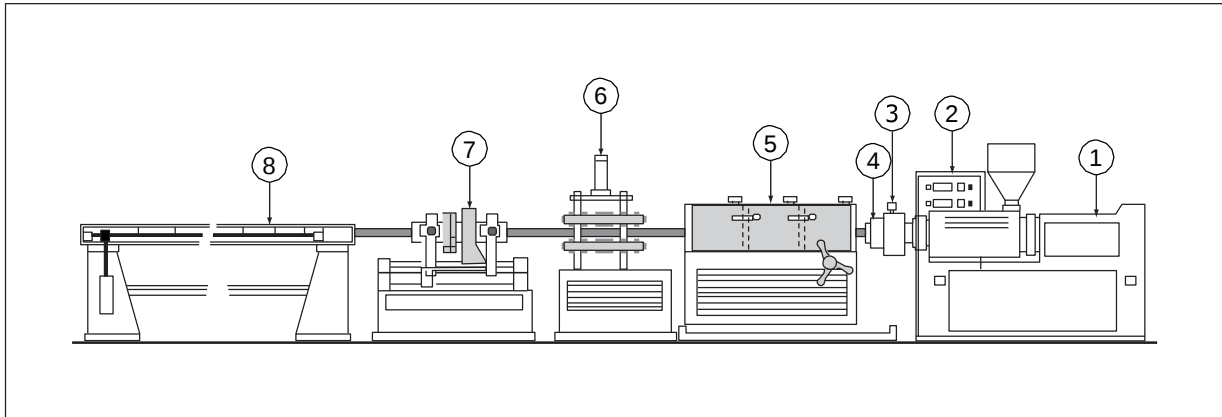
Anvendelsen af sod som sort farvepigment går tilbage til forhistorisk tid. Kønrøg fremstilles nu i store mængder og i mange forskellige kvaliteter med varierende kornstørrelse og struktur. Den bruges i alle former for sort maling og tryksvæerte.

Den vigtigste anvendelse er som aktivt fyldstof i gummi (f.eks. dæk) og sorte plastmaterialer. Er en særdeles god UV stabilisator.



Ekstrudering

Ekstruderingsanlæg til rør og profiler



1. Ekstruder
2. Kontrolpanel
3. Rør- eller profilværktøj
4. Kalibreringsværktøj
5. Kølekasse
6. Trækbænk
7. Afkorter
8. Udløbsrende

Processen

Ved ekstrudering fremstilles f.eks. rør, profiler eller plader i endeløse baner. Plastgranulatet smeltes i en snekke ved rotation, samt opvarmning af et varmelegeme, og presses derefter ud gennem en ringdyse (rør) eller anden dysetype, som netop har den form, emnet skal have.

Ekstruderingsprocessen kan teoretisk forløbe uendeligt, men i praksis afkortes emnerne selvfølgelig løbende i afpassede længder.

Plastmaterialet, oftest granulat (kan være pulver), påfyldes materialetragten og transporteres frem i den opvarmede cylinder af en snekke. Under transporten bliver materialet opvarmet til det termoplastiske område, i forhold til det aktuelle materialevalg, for eks. er temperaturen ved fremstilling af PE rør ca. 200 °C. Materialet bliver plastisk formbar på grund af den tilførte varme og trykket, der opstår ved, at materialet skal presses ud gennem formgivningsværktøjet, der er monteret på cylinderudgangen.

Formgivningsværktøjet giver materialet den ønskede facon, f.eks. rør, profiler, plader eller folie.

Efter formning sørger forskellige køle-, vakuum-, tryk- eller valseanordninger for, at plastmaterialet forbliver i den givne facon.

Kølekassen

Når røret eller profilen forlader formgivningsværktøjet, er det stift men stadig varmt, og går derfor ind i kølekassen, hvor det afkøles helt.

Ved nogle kølekasser løber koldt vand direkte ned på emnet. Ved andre har man dyser placeret flere steder rundt om i kølekassen, og endelig har man kølekasser, hvor emnet, som vist på billedet, trækkes gennem et vandbad med rindende vand.

Trækbænen

Trækbænken kan have to endeløse gummi-bælter belagt med puder af skumgummi, som trykkes mod hinanden med emnet imellem. Altså en slags larvefodder, som er vist på billedet. Den kan også have flere sæt gummibelagte ruller tilpasset det profil, man kører.



Når materialet kommer ud af formværktøjet, er det blødt og må derfor trækkes gennem kalibreringsrøret og kølekassen.

Trækhastigheden har meget stor betydning. Der skal være en nøjagtig afstemning mellem ekstrudernes produktionshastighed og træk-bænkens hastighed, da der ellers vil opstå varierende godstykkelser på emnet.

Hvis trækbænken kører for hurtigt i forhold til ekstruderen, vil emnet trækkes tyndere og tyndere og briste.

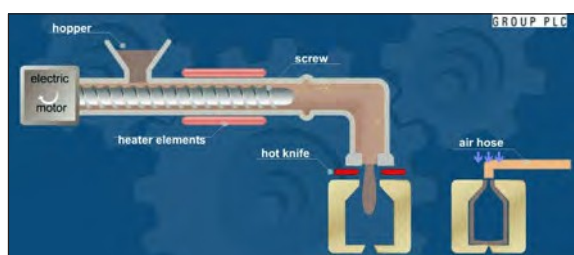
Hvis trækbænken kører for langsomt, vil materialet stukkes op, og profilen bliver for tyk.

Ved fremstilling af mindre beholdere og ved f.eks. fremstilling af dunke og flasker, følges processen op ved indblæsning af luft i den indsprøjtede smelt, så denne presses ud mod formens sider



Eksempler på forskellige ekstruderingsprocesser:

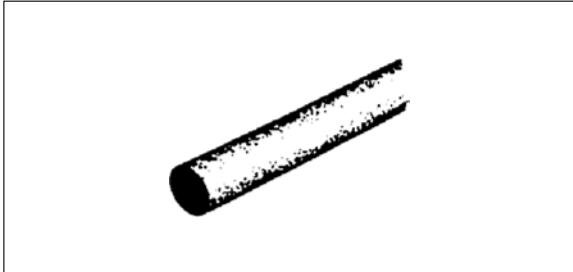
- Røranlæg, hvor ekstruderen efterfølges af kalibreringsværktøj, kølebad og afkøtningsstav.
- Anlæg til plader, hvor ekstruderingen foregår gennem en breddeyse og efterfølges af valseprocesser og tilskæring. Valseprocessen kan foretages med opvarmede valser, hvorved der opnås en større nøjagtighed, denne proces kaldes kalandrering.
- Anlæg til folie og poser, hvor ekstruderen efterfølges af opblæsningsudstyr, aftræk og opspolingsapparat.
- Belægningsanlæg, hvor ekstruderen gennem en bredslidsdyse, valseanlæg og opspolingsapparat, leverer materiale til belægning af papir eller tekstilbaner.
- Fiberanlæg, hvor ekstruderen gennem en bredslidsdyse leverer en flad folie, der afkøles i vandbad. Fra vandbadet går folien til fiberopskæring i skæreanordninger, og herfra til strækkeenheden, og sluttelig til opspolerapparatet.
- Kabelbelægningsanlæg, hvor ekstruderen i selve formningsværktøjet belægger en gennemløbende tråd med plast. Tråden passerer derefter videre til afkøling og opspoling.





Eksempler på ekstruderede emner m/rør

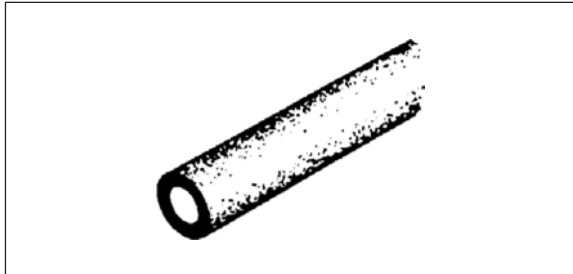
Monofilameter, børstehår



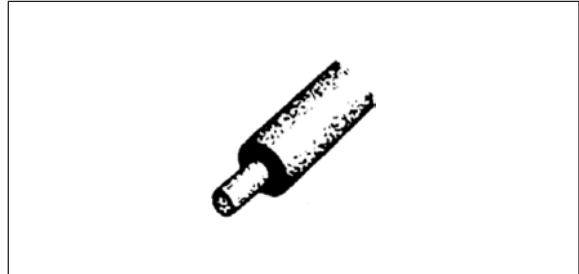
Håndlister



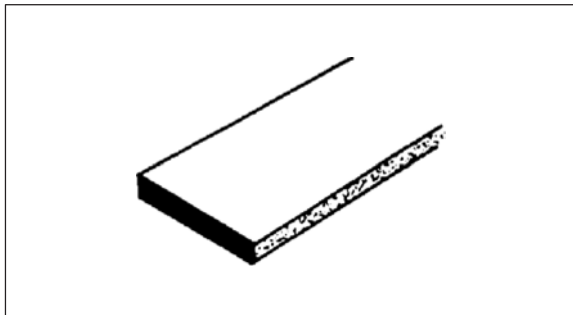
Rør og slanger



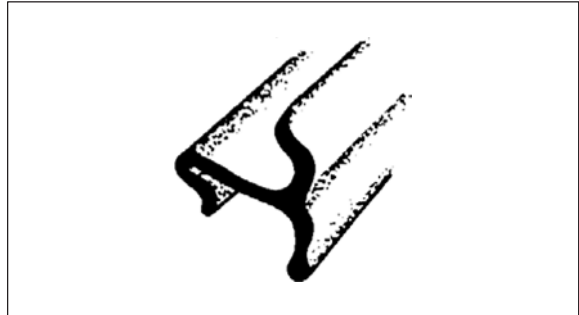
Kabelisolation



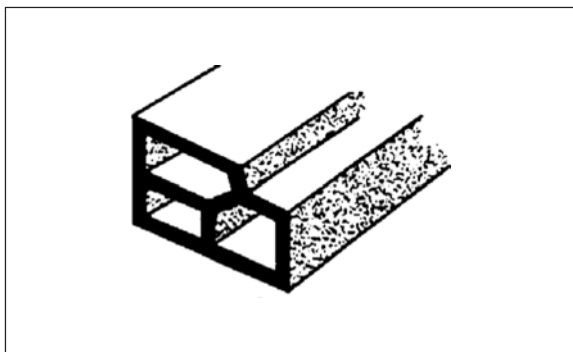
Plader og bånd



Tætningslister



Profilen for f.eks. vinduesrammer





Sprøjtstøbning

Sprøjtstøbning er en fuldautomatisk proces til fremstilling af formstøbte termoplastemner.

Sprøjtstøbning er den mest udbredte fremstillingsproces til fremstilling af termoplastprodukter indenfor massefabrikation. Metoden anvendes til produktion af emner med såvel simple som komplekse former.

Emnetyper, som fremstilles ved denne proces spænder vidt, fra meget små dele, som arm-båndsure, høreapparater og til større, eller meget store emner, som rør-muffer, -reduktioner, -T stykker, -elektrosvejse-, andre former af rørfittings, havemøbler, skrog til mindre både, kofangere og andre karrosseridele til biler m.m.



Makinsophbygning

1. Granulattilførsel
2. Hydraulisk enhed og elmotor for snække
3. Cylinder, stempel og snække
4. Styreenhed
5. Monteringsplatform for form/ værktøj
6. Åbne - lukkeenhed for formværktøj
7. Kølesystem for form
8. Emneopsamling



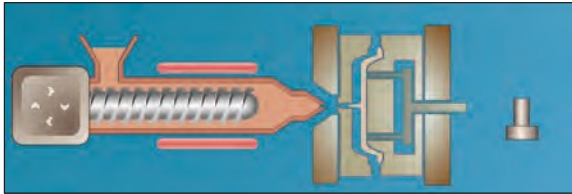
Processen

Sprøjttestøbeprocessen starter ved tragten, hvor granulatet tilføres. Ved en del plasttyper skal granulatet igennem en forudgående tørringsproces inden anvendelse, da det suger fugt.

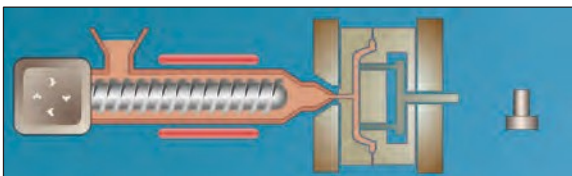
Ved større produktionsanlæg føres granulatet fra en silo, via et rørsystem frem til tragten, så man ikke skal udføre manuel påfyldning af materialet.

Granulatet falder ned omkring den roterende snekke, som er monteret inde i cylinderen.

Snekken presser materialet frem. Under processen tilføres materialet varme fra elektriske varmekabler, samt ved friktionsvarmen, der opstår ved trykpåvirkningen.

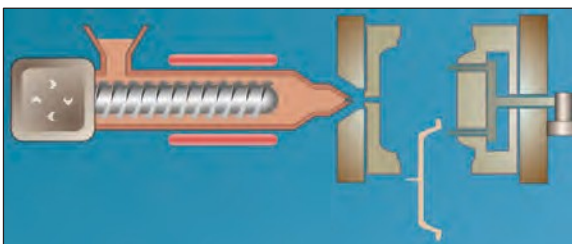


Ved denne trykopbygning, presses snekken tilbage i cylinderen. Når snekken er skubbet tilbage, til et forud bestemt punkt, svarende til materialefyldningsmængden, der skal anvendes i den pågældende form, er fyldningen klar til at blive sprøjtet ind i værktøjet.



Ved hjælp af et hydraulisk styret stempel trykkes den smeltede plast, under højt tryk og med stor hastighed, nu ind i værktøjet.

Inde i værktøjet afkøles plasten, af et indbygget vandkølesystem, dette samtidig med, at stemplet trækker sig tilbage, snekken kører og doserer op til et nyt skud.



Så snart materialet er formstabilt i temperatur, åbnes værktøjet hydraulisk og emnet stødes ud ved hjælp af trykluft.

Herefter lukker værktøjet igen og cyklussen starter forfra.

Afhængigt af emnets størrelse og udformning varer processen kun meget kort tid, ved mindre emner kun få sekunder.

Et animeret sprøjttestøbeprocessforløb kan ses på følgende hjemmeside: www.bpf.co.uk/downloads/files/InjectionMoulding.swf

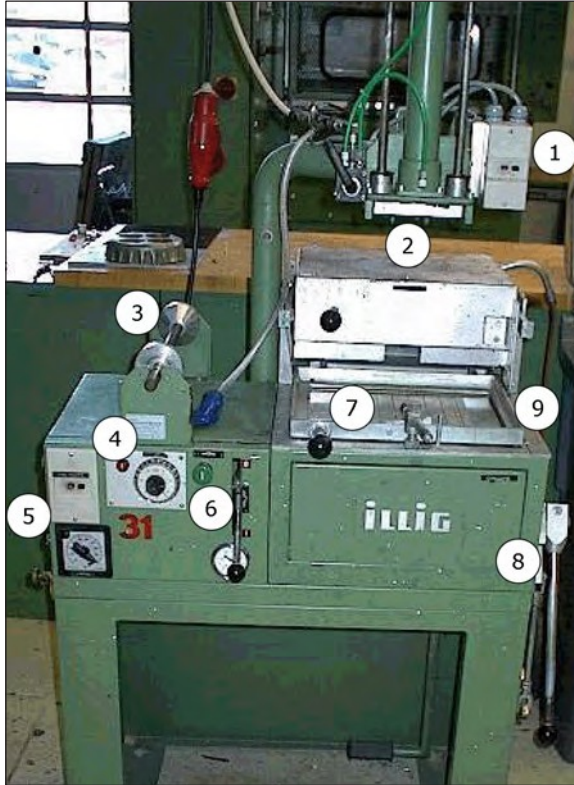
Eksempler på sprøjttestøbte emner





Termoformning

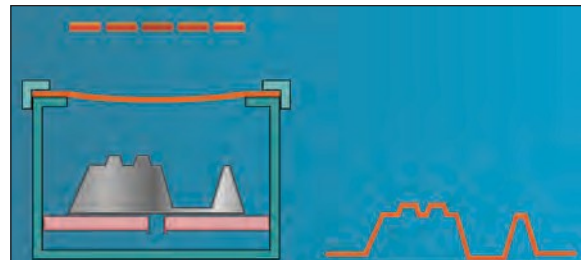
Manuelt betjent termoform maskine



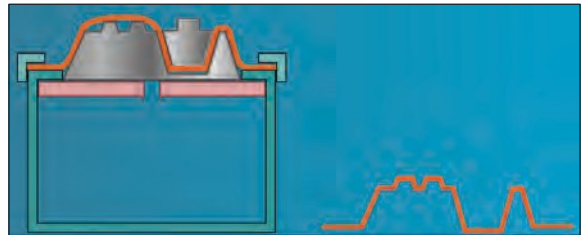
1. Blæsekøler
2. Varmeelement
3. Rulleholder
4. Temperaturindstilling
5. Ur
6. Udstøderluft
7. Form
8. Håndtag til at presse dør op og aktivere vakuum
9. Lukkeanordning til plade-låseramme

Ved termoformning er råvaren på ruller eller er plader, der eventuelt er stakket i pladefødemaskiner.

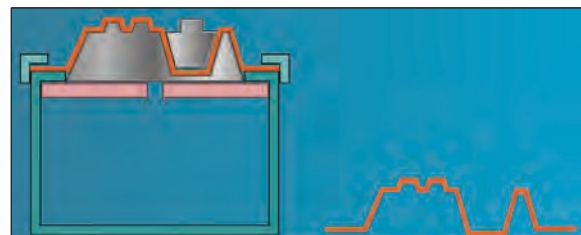
Pladen anbringes under den tætsluttende ramme som låses fast under processen, herefter varmes pladen op til en materialetemperatur på ca. 100 – 150 °C (gummielastiske temperaturområde i forhold til materialetype).



Når den ønskede materialetemperatur er opnået presses formen (helst tempereret) op i pladen.



I formen er en række afpassede små sugehuller, så det (normalt) supplerende vakuum kan trække pladen ned i konturerne i formen.



Derefter kan blæsekøleren aktiveres for afkøling af emnet, efter endt køling trækkes formen tilbage fra det færdige emne, evt. suppleret af udstøderluft (trykluft) fra undersiden, så emnet nemmere frigøres fra formen.



Rotationsstøbning

Rotationsstøbning anvendes ofte til produktion af hule, sømløse emner af enhver størrelse og form.

Ved processen er det muligt at fremstille emner med mange og komplicerede detaljer i et stykke, næsten uden materialesamlinger og indre spændinger.

Figuren herunder viser et eksempel på et rotationsstøbt produkt.



*Eksempel på et rotationsstøbt produkt
– en 3-kammertank (Wavin)*

Emnerne fremstilles ved dosering af grovkornet plastpulver (PE) eller PVC-pasta (med et tryklufstdoseringsapparat) i en hul "støbeform", der består af to eller flere adskillelsesbare formdele. Formene lukkes, anbringes i en ovn og sættes til at rotere, oftest om to akser, hvorved plastmaterialet fordeles ensartet over den indre overflade.

Støbeforme fremstilles som støbte aluminiumsforme, bearbejdede aluminiumsforme, elektrolytisk fremstillede kobberforme eller forme fremstillet af svejsede stålplader.

Når formen opvarmes vil der overføres varme til plastmaterialet, som løber ud til væggen. Når plastmaterialet bliver tilstrækkeligt opvarmet, begynder PVC-pastaen at gelere og PE-pulveret at smelte.

Alt efter formværktøjet og ovnens størrelse er det muligt at have faste rammer eller plader, hvorpå flere forme kan fastspændes, således at ovnen kan udnyttes bedst muligt.

Ovntemperaturen er på 190 - 220 °C for PVC og 220 - 300 °C for PE. Opholdstiden i ovnen er fra 8 til 30 min. og er bl.a. afhængig af ovntemperaturen, plastmaterialet, formens vægtykkelse og varmeledningsevne samt emnets størrelse og godstykkelse.

Plastmaterialet må ikke udsættes for høj temperatur i for lang tid, idet materialet herved nedbrydes termisk. Den optimale arbejdstemperatur og procestid er derfor specifik for hver enkelt form og produktserie.

Efter afkøling af form og emne kan emnet frigøres, udtages og processen gentages. For bedst at kunne udnytte energiforbruget til ovnopvarmningen anvendes der typisk tre hold forme pr. ovn, således at der hele tiden er et hold i ovnen - et hold, der afkøler og et, som afformes og genfyldes.

Afkølingsmetoden afhænger af det anvendte plastmateriale, idet et emne i blødgjort PVC kan tåle en brat afkøling med neddykning i vand umiddelbart efter udtagelsen fra ovnen.

Et emne i PE kræver derimod en væsentlig langsommere nedkøling for ikke at krympe og herved ødelægge/eller forringe plastmaterialets krystallinitet.

Emner i PE afkøles derfor enten først ved hjælp af vanddyser og derefter i luft eller ved både vanddyser og luftkøling samtidigt alt afhængigt af hvilken form, som anvendes.

Inden formene åbnes, fjernes vandet fra formenes ydersider, hvilket eventuelt gentages på formens inderside lige inden formene genfyldes. Til visse produkter er det vigtigt, at der ikke kommer vand i formen, da vandet under rotationen vil ødelægge emnet.

For at lette afformningen kan formene desuden coats f.eks. med silikone på den indvendige overflade.

Svejsning af rørsystemer i plast

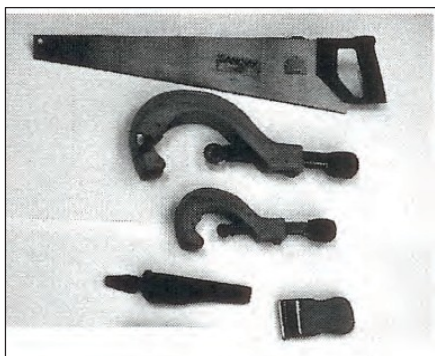
Værktøj, maskiner og udstyr



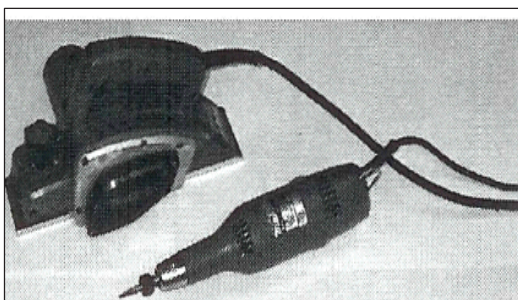
Værktøj, maskiner og udstyr

For- og efterbehandling

Fukssvans, rørskærer (Bemærk, at skærehjulet er tyndere end tilsvarende skærehjul til kobber-/stålrør), kniv og skarstenskraber/parketskraber



El-høvl og fræser



Anvendes til afkortning, rejfning, fjernelse af grater, snavs og ilthinde, samt til forberedelse og efterbehandling af svejsefuger.

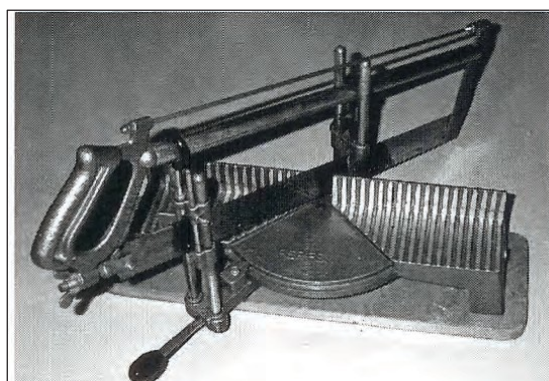
Stiksav



Overfræser



Geringssav



Kan anvendes til at skære rør og små pladestykker i vinkel inden svejsning

El-kædesav



Til afkortning af rør. Saven må ikke påfyldes olie!

Svejsning af rørsystemer i plast

Værktøj, maskiner og udstyr



Rengøring



Køkkenrulle (fnugfrit papir) og rensesvæske.

Træpind til rensning af teflonbelægning på spejle og dorne.

Husk at teflonbelægninger ødelægges, hvis de kommer i kontakt med rensesvæske.

Vær opmærksom på, at rensesvæsken opfylder de krav, der er stillet i brugervejledningen med hensyn til renhed

Spåntagning - Båndsav

Båndsav med eller uden kipbart plan



Anvendes fortrinsvis i forbindelse med pladearbejde (varmluftsvejsning og ekstruders-

vejsning), til afkortning af plader eller forberedelse af svejsfuger.

Måleudstyr



Skydelære, cirkometer (måling af omkreds), mikrometerskrue, millimeterstok (tommestok) og målebånd

Hydraulisk stuksvejsemaske



Stuksvejsmaskine med integreret dokumentationsenhed Der er indbygget en datadokumentationsenhed i selve hydraulikstationen.

Data for svejseprocessen, temperatur, tryk, omstillingstid m.m. overvåges og lagres. Der kan gemmes op til 1000 svejsninger.

Oplysningerne kan overføres til en printer, eller til en PC via en USB nøgle, så svejsedata efterfølgende kan dokumenteres.

Svejsning af rørsystemer i plast

Værktøj, maskiner og udstyr



Stuksvejsemaskine - værkstedsmaskine



Værkstedsmaskine med 2-vejs slæde til stuksvejsning. Har indstillelige plan, så der kan svejdes vinkelstykker – segmenter. Den viste model arbejder automatisk ud fra de data, der indkodes.

IR stuksvejsemaskine



IR stuksvejsemaskine (infrarød, berøringsfri opvarmning) anvendes til stuksvejsning af rør mod rør, eller rør mod fittings, specielt ved materialer der let klitrer til varmespejlet

Stuksvejsemaskine – fjedermaskine



Denne stuksvejsemaskine anvendes til svejsning af rør mod rør og rør mod fittings, fra helt små dimensioner og op til Ø160. Maskinen anvendes fortrinsvis til tyndvæggede rør (trykløst afløb og lignende), svejsekraften tilføres manuelt igennem en indbygget fjeder

Svejsning af rørsystemer i plast

Værktøj, maskiner og udstyr



Rørklemmeværktøj



Anvendes til klemning af forsynings rør, i forbindelse med reparation af ledningsnet.



Findes også i hydrauliske udgaver til større rør.

PEM rør, må normalt klemmes sammen til 2 gange godstykkelse $\times 0,9 - 0,7$, men se altid brugervejledningen. Det er ikke alle typer PE rør, som må klemmes.

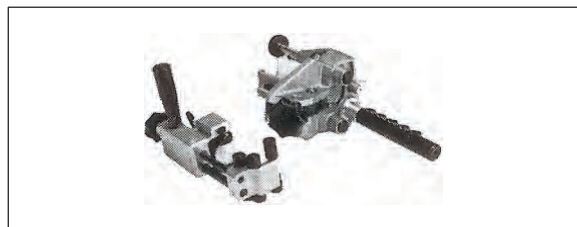
Klemmestedet skal altid afmærkes tydeligt, med advarselsbånd eller anden tydelig markering, da der ved en evt. senere afklemning, skal holdes en afstand på mindst 4 x rørets diameter, til det tidligere sted. Røret må ikke være klemmt mere end 24 timer.

Genrundingsværktøj



Sikrer at røret er rundt under opvarmning og svejsning. Kan også anvendes til at genrunde rør efter klemning, men husk, at det ikke er alle rør, som må genrundes.

Kalibreringsværktøj



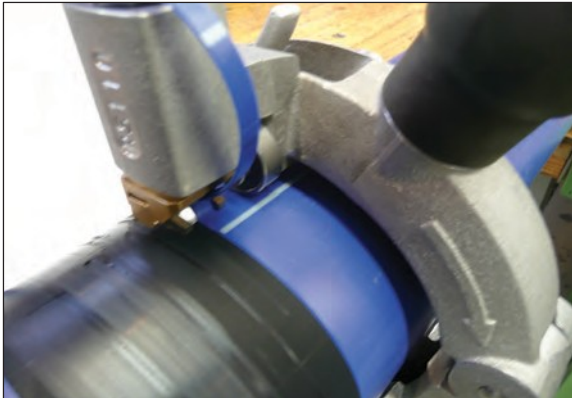
Anvendes til smeltemuffesvejsning, hvor rørene kalibreres eller skræbes, så de får en nøjagtig udvendig diameter, samtidig med at den oxiderede overflade fjernes.

Svejsning af rørsystemer i plast

Værktøj, maskiner og udstyr

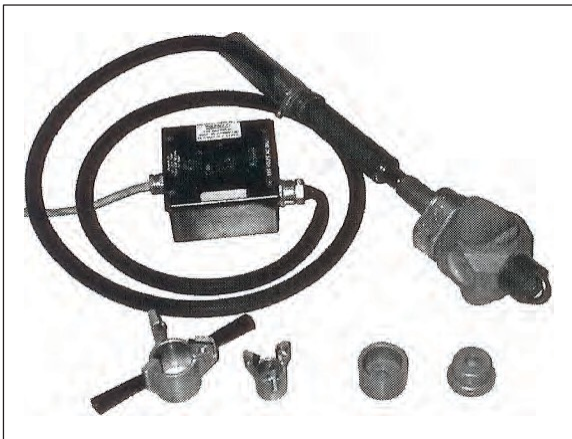


Skrabeværktøj for el-fittings



Anvendes til at fjerne PP kappe eller den oxiderede overflade på rør, inden svejsning med el-muffer.

Saddel/muffesvejsværktøj



Elektrisk opvarmet med termostatstyring. Svejsehovedet kan udskiftes, alt efter hvilken størrelse rør der skal saddelsvejses på. Ligeledes kan varmedorn og varmebøsning udskiftes.

Håndmuffesvejsværktøj med spejl og udskiftelige dorne og bøsninger



Sæt med flere størrelser dorne og bøsninger, der er teflon belagte. Efter nedslidning af teflonlaget kan de recoates. Det vil sige, at der kan påføres et nyt lag teflon.

Muffesvejsmaskine



Her kan muffesvejsningen foregå rent maskinelt. Muffen fastspændes og centreret i forhold til røret, og rør sættes i maskinen.

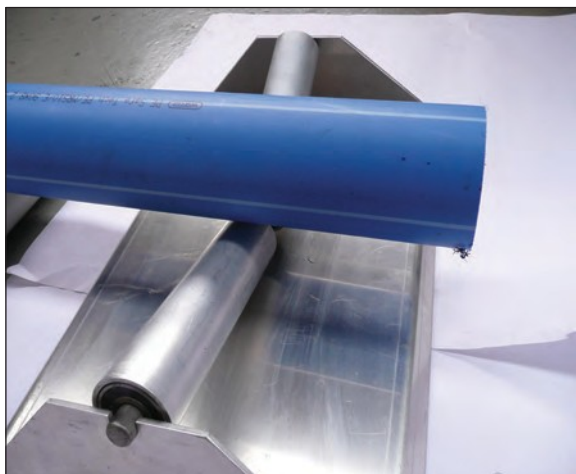
Opvarmning af rør og fittings foregår i maskine med varmedorne. Efter opvarmning sammenføres rør og fittings rent maskinelt.

Svejsning af rørsystemer i plast

Værktøj, maskiner og udstyr



Rørbukker



Anvendes sammen med stuksvejsmaskiner og nogle muffsvejsmaskiner til opklodsning af rør under svejsningen.

Generator



Diesलगenerator, mange steder hvor man arbejder er man nødt til at have en alternativ strømforsyning

Elektrosvejsmaskine



Omformer med display til aflæsning af data. Denne er forsynet med en stregkode pen og kan svejse de fittings, der er forsynet med stregkoder, hvis typen er kodet ind i maskinen. Anvendes både til el-muffer og el-sadler.

Geberit el-svejser



Denne er ikke forsynet med stregkodelæser eller manuel indtastning, og kan derfor ikke anvendes til andre typer fittings, men anvendes kun til Geberits egne fittings.



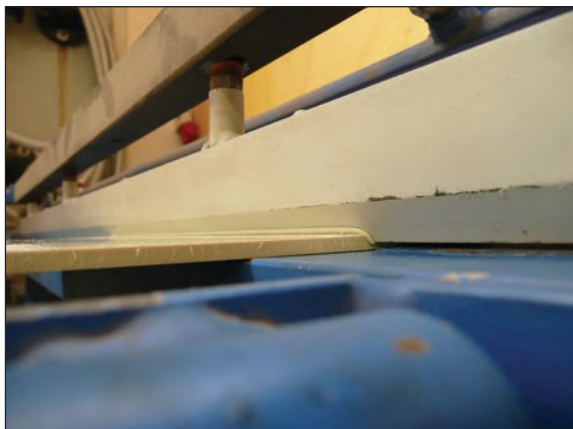
Elektrosvejsmaskine – seriesvejsning



Kan svejse flere fittings på samme tid, dog med nogle begrænsninger, se brugervejledning.

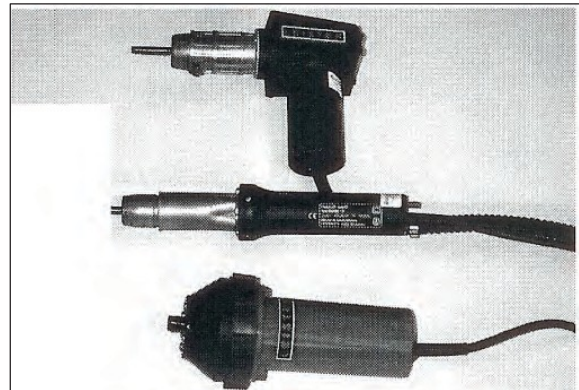
Denne el-svejser kan kun svejse egne fittings. Der er ingen stregkodelæser eller manuelle indtastningsmuligheder.

Kantbuksvejser



Et teflonbelagt varmesværd opvarmer det fikserede emne. Skal synke 2/3 – 3/4 dele af pladetykkelsen ned i materialet samt tilføres en opvarmningstid inden svejsning.

Varmluftsvejsning



Forskellige typer af luft svejsepistoler samt blæser.

- Svejsepistol med indbygget blæser
- Svejsepistol til ekstern lufttilførsel - uden indbygget blæser.
- Elektrisk blæser der leverer luft til svejsepistolen uden indbygget blæser.

Hjælpedyser (hurtigdyser), støttedyser eller hæftedyser kan fås til forskellige trådstørrelser og efter opgave.

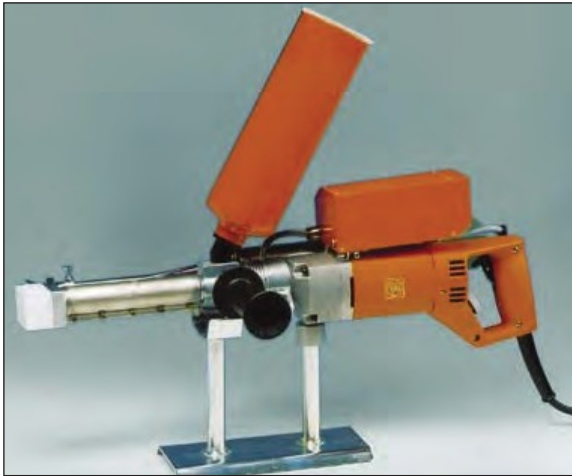
Der skal være fri passage foran varmluftsvejseren, da den udstrømmende luft kan blive op til 500 °C varm. Pas på forbrændinger.

Svejsning af rørsystemer i plast

Værktøj, maskiner og udstyr



Ekstrudersvejsmaskiner



Snekkeekstruder med granulattilførsel



En mindre ekstruder, der også arbejder efter snækkeprincippet, og hvor der også er indbygget varmluftblæser.

Elektronisk regulering af temperaturen på både varmluften og på smelten. Kapaciteten ligger på maks. ca. 1,1 kg/h, fødes med tråd.

De viste typer anvender snækkeprincippet, og kan derfor anvendes til alle typer termoplast, der kan plastificeres, herunder PVC, såfremt snekken er udformet til dette materiale. Svejses der PVC, skal maskinen renkøres med PE ved pauser og ved endt svejsning, ellers ødelægges maskinen.

Husk maskinen altid skal være opvarmet ved drejning eller udskiftning af teflonhovedet!

Værktøj til fjernelse af beskyttelses- kappe



Der findes forskellige værktøjer til at fjerne den beskyttende PP kappe.

Svejsning af rørsystemer i plast

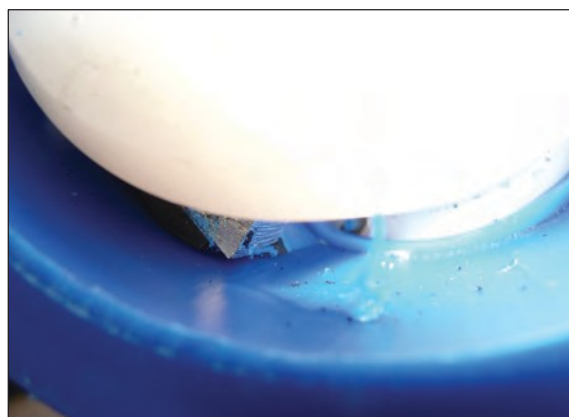
Værktøj, maskiner og udstyr



Udvendig vulstfjerner



Indvendig vulstfjerner





Svejsemetoder

Stuksvejsning - spejlsvejsning

Sammenføjningsområdet på plastemnerne holdes, efter høvling og rengøring, mod et varmespejl eller varmeplade, i forhold til brugervejledningens anvisninger om varme og tryk, eller de udregnede data om tryk. Dette til man har opnået den opgivne tid for varmepåvirkningen, kaldet **varme- / sivetid**, derefter fjernes varmespejlet, emnerne trykkes sammen og fastholdes med det udregnede eller opgivne tryk i **svejse- / køletiden**.

Fra emnerne fjernes fra spejlet til man har opbygget tryk mellem rørender, er der en max. **omskiftnings- og trykopbygningstid**, som skal overholdes, da emnerne ellers vil afkøle for meget inden svejsningen er gennemført, til at kunne opnå den ønskede **svejsefaktor** (styrke) i svejsningen.

Ved PE rør regner man med en svejsefaktor på 0,9, man forudsætter, at røret altid har faktor 1.

Varmespejlet består normalt af en aluminiumsplade, med indbygget termostatisk eller elektronisk styret varmelegeme. Spejlet er belagt med en antislipbelægning (tefloncoating), så termoplasten ikke bliver hængende på overfladen efter opvarmningen. Denne metode, hvor den smeltede plast opnår samme temperatur som varmepladen, anvendes til termoplast med svejsetemperaturer op til ca. 275 °C.

Ved højere temperaturer kan der anvendes en metalplade uden belægning, men plasten vil brænde fast på spejlet under opvarmningen.

Ved opbygning af rørsystemer, der **ikke** skal udsættes for **tryk- eller kemikaliepåvirkninger**, må stuksvejsninger udføres som **håndsvejsninger**, såfremt man kan overholde varme- og trykspecifikationer. I praksis vil det være vanskeligt i større dimensioner, f.eks. et Ø 110 rør, skal trykkes og fastholdes i svejse-/køletiden med ca. 25 kg.

Afhængig af plasttype stuksvejses der fra **ca. 200 – 250 °C**.

Infrarød svejsning, IR-svejsning.

Berøringsfri opvarmning af materialerne, opvarmningen foregår ved infrarød bestråling. Sammenføjningsområdet på plastemnerne holdes i en kort afstand fra spejlet, til den ønskede tid og temperatur af varmepåvirkningen er opnået. Varmepladen fjernes og de smeltede overflader presses sammen, og fastholdes til emnerne er kølet.

Da opvarmningen er berøringsfri er max. temperaturen ikke begrænset af en antislip-coating. Til gengæld er det svært at undgå træk omkring opvarmningsstedet (skorstenseffekt), da rørene ikke lukkes mod et varmespejl.

Muffesvejsning - varmeelement-svejsning - muffle-dornsvejsning

Fittings og rørender opvarmes på dorne, som er fastspændte på et varmespejl eller et varmeelement.

Emnerne opvarmes ved henholdsvis at stikke røret ind i en muffle og fittings udenpå en tilsvarende dorn. Emnerne tilføres varme i forhold til brugervejledningens oplysninger om **opvarmningstid**, hvorefter man fjerner disse fra muffle-dorn, trykker dem ind i hinanden og fastholder i en køletid.

Svejsningerne må ud føres som **håndsvejsninger op til Ø63**.

Fra Ø63 og opefter skal svejsningen udføres som **maskinsvejsning**.

Varmeelementet kan være udformet så det kan anvendes til påsvejsning af sadler og anboringer.

Over- og underpart er udformet så det passer til en bestemt rørdiameter og den dertilhørende tilsvarende sadelstørrelse. Varmelegemet kan kun anvendes til den diameter som den er fremstillet til.

Muffe og dorn er fremstillet i aluminium, coatede med teflon og kan anvendes op til ca. 275 °C.

- **PP** kan muffesvejses ved ca. **250 - 270 °C**.
- **PE** kan muffesvejses ved ca. **260 - 288 °C**.
- **PVDF** kan muffesvejses ved ca. **250 - 270 °C**



Elektrosvejsning

Anvendes til el-svejsning af muffer, anboringer og øvrige fittings i forbindelse med rørarbejde.

Fittings, er fra de fleste fabrikanters side, påsat en stregkode, eller der medfølger et kort med stregkode, som kan aflæses i en kortlæser eller en stregkodeaflæser.

Enkelte producenter har deres egne systemer, hvor man ikke kan aflæse koder, disse kræver at man også benytter producentens tilhørende svejsemaskine. Denne er lavet så den "genkender" fittings ved påsætningen af forbindelsesledninger.

Tidligere anvendtes også systemer, hvor man manuelt skulle indtaste, den ofte meget lange talkode på maskinen.

Næsten alle el svejseapparater har indbygget termometer, som kompenserer op eller ned i svejsetid, i forhold til den aktuelle omgivende temperatur. Derfor er det vigtigt, at svejsemaskine, fittings og rør er tilpasset den omgivende temperatur, dette for at kunne overholde brugervejledningens svejseparametre.

Den eksakte temperatur i svejsningen kendes ikke, men den ligger i det termoplastiske område.

Vær opmærksom på fabrikantens anvisninger vedr. holdeværktøjer, og om fittings må påsvejses røret, i forhold til dettes godstykelse eller PN værdi.

Man kan købe udstyr med traceability, som giver mulighed for dokumentation og GPS-sporbare svejsninger, der meget præcist angiver placeringen af de svejste fittings, samt de øvrige påkrævede dokumentationsoplysninger vedrørende svejsningen.

Varmluftsvejsning

Emnerne, der skal sammensvejses, forarbejdes med evt. skærpning af kanter, slibes eller skrubes for afiltning af den oxiderede overflade omkring svejsestedet, fikseres og rengøres.

Ved varmluftsvejsning af materialer over 2 mm skal der anvendes tilsatstråd (svejsestråd), dette for at kunne tilføre svejsningen tryk. Under 2 mm kan der evt. anvendes varmluft-/trykrullesvejsning.

Emnerne varmes op af en varmluftblæser, der igennem en dyse tilfører luft med en temperatur på ca. 300 °C (målt 5 mm fra udblæsningshullet).

Tråden kan tilsættes med fri hånd eller ved anvendelse af en **hjælpedyse**, også kaldet en **hurtigdyse** eller **føringsdyse**, som kan aflaste noget af det nødvendige tryk, man ellers må holde i fingrene. Betegnelsen **hurtigdyse** er lidt **misvisende**, da man ikke kan svejse hurtigere ved at anvende denne.

Emnet skal forblive fikseret til det er mindre end "håndkoldt", såfremt man vil undgå, at det slår sig.

Plastfolier, presenninger og membraner, op til 2 – 3 mm i materialetykkelse, kan svejses med overlapsvejsning. Folien anbringes med et overlap på mellem 10 - 50 mm., og er placeret på et fast underlag, i mellem lagene opvarmes overfladerne med en flad luftdyse, hvorefter de to lag trykkes sammen med en trykrulle.

Man kan også anvende en varmluftsvejsemaskine, som har underlaget indbygget, og som selv trækker hen over emnerne under svejsningens udførelse.



Ekstrudersvejsning

Emnerne, der skal sammensvejses, forarbejdes inden med evt. skærpnings af svejsevinkler på kanter, slibes eller skræbes for afiltning af overfladen omkring svejsestedet, hvorefter emnerne fikseres og rengøres.

Emnerne opvarmes med en ca. **300 °C varm luft**, målt **5 mm** fra udblæsningshuller eller -dyse.

Svejsetråd eller granulat drives frem gennem en snække eller stempel, hvor et indbygget varmelegeme opvarmer plastmassen (**smelten**) til ca. **220 – 240 °C**. Smelten trykkes ud i svejsefugen, gennem en til opgaven tilpasset **svejsesko** (lavet af teflon), der former **svejsesømmen** under det tryk, der dannes af smelten i mellem svejseskoen og emnerne.

Der findes to typer ekstrudersvejsmaskiner:

- Snækkeekstruderen kan anvendes til svejsning af næsten alle typer termoplastmaterialer, der kan plastificeres, herunder også PVC, dette under forudsætning af, at snekken er udformet til dette materiale. Snækkeekstruderen findes i modeller enten med tilsatsmateriale fra granulat eller trådfremføring.

Ekstrudersvejsmaskiner med granulatfremføring, har en større ydelse (kg pr. minut), men er begrænset af svejsepositioner, da granulatskålen skal vende rigtigt, for at kunne føde maskinen.
- Stempelekstruderen kan anvendes til svejsning af materialer, der i molekyleopbygning, kun består af C (kul) og H (brint), som f. eks. PE og PP. Materialet (smelten) føres frem af stempler, kan kun fødes med tråd.

Kantbuchsvejsning

Et emne fra ca. 2 mm og opefter kan kantbuchsvejses.

Emnet forarbejdes inden sammenføjningen, som enhver anden svejsning i termoplast, med slibning (afiltning), fiksering og slutrengøring omkring svejsestedet. Husk, der må ikke være opmærkning på pladerne i svejseområdet.

Emnet placeres efter klargøring i svejsmaskinen, fikseres og rengøres. Det teflonbelagte varmesværd er inden påbegyndelse af svejsningen højdeindstillet, så det under opvarmningen, i forhold til emnets aktuelle

godstykkelse, kan synke **2/3 – 3/4 dele ned i materialet**. Når varmesværdet er sunket ned til den ønskede dybde, tilføres der yderligere varme i en **opvarmningstid**. Denne tid findes ved udførelse af prøvebuk, hvor man, i forhold til farven, på ydersiden af det svejste emne, vurderer om der bukket uden koldstrækning (bliver grålig).

Efter opvarmningen løftes sværdet og pladen bukket i vinkel. Når pladen bukket op, vil de to opvarmningvulster fra hver side af sværdet få kontakt og tilføres det nødvendige svejsetryk ved sammenpresningen. Emnet fastholdes under afkølingen

Varmesværdene kan anskaffes med forskellige vinkler.

Svejsetemperatur ca. **220 – 240 °C**.

Lasersvejsning

Overlapsvejsning: Når to folier eller tynde emner samles, sendes laserlyset uhindret igennem det ene materiale, så energien absorberes i grænsefladen mellem de to folier. Dermed skabes en meget lokal smeltezone mellem de to lag. Emnerne fastholdes med tryk under den efterfølgende nedkøling.

Lasersvejsning muliggør præcis varmepåvirkning og høj hastighed på store serier.

Emnernes indfarvning betyder meget for, hvor velegnet metoden er. Sort er det nemmeste at bearbejde og hvid er det sværeste.

Rotationssvejsning - friktionssvejsning

Svejseområdet, der bør være symmetrisk rundt, presses mod hinanden under rotation.

Den hermed opståede varme i kontaktzonen, svejser emnerne sammen. Emnerne fastholdes med under tryk under afkølingen.

Metoden er velegnet til oxidationsfølsomme plasttyper. Plastemner, der er rotationssvejst, skal typisk efterbearbejdes med skærende værktøj.

F. eks. PVC er velegnet til denne metode indenfor stuksvejsninger i rør.



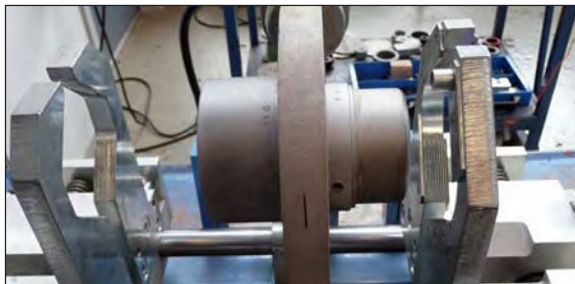
Muffesvejsning, maskine

Fra **Ø63 mm** dimensioner og opefter skal der anvendes **maskine** ved svejsning af muffer, flanger og øvrige svejsefittings, da trykket og nøjagtigheden i sammenføringen af de opvarmede dele, ikke vil kunne gennemføres tilfredsstillende som håndsvejsning.

Svejsemetoden kaldes også varmeelement-svejsning eller polyfusionssvejsning. Den anvendes specielt indenfor kemikaliebærende rørsystemer udført i PE, PP og PVDF materialer, hvor el-fittings ikke kan anvendes, da de enten ikke fremstilles i den pågældende materialetype, eller ikke kan anvendes på grund af den indstøbte varmetråd af kobber, som vil kunne angribes af kemikalierne i det frilagte område mellem rørenderne i fittings.

Til opvarmning af rør og fittings anvendes en elektrisk opvarmet, termostatstyret varmeplade eller blok, hvorpå der er monteret varmedorn og varmekøling svarende til den dimension, som ønskes svejst.

Varmedorn og køling skal være coatet med teflon, hvilket gør rengøring af varmepladerne nemmere og forhindrer, at den opvarmede plast hænger i.



Hvor man ved stuksvejsning varmer rørenderne op, er det her rørets yderside og fittings inderside, der opvarmes. Dette sker ved at presse røret ind i varmekølingen og formstykket ind over varmedornen, tilføre den oplyste varmetid fra brugervejledningen og herefter gennemføre svejsningen.

Maskinsvejsningen kan, i lighed med håndsvejsning, opdeles i to typer, kaldet type A eller B. Type A blev tidligere primært anvendt til svejsning i PE rør og fittings, men er næsten historik på grund af el-fittings. Metoden må dog stadig anvendes til svejsninger, der skal overholde DS-kriterier.

Som beskrevet under håndmuffesvejsning er arbejdsprocedurer, varmedornenes udformning og forarbejdningsmetoder inden svejsning forskellig.

Vejledende svejsetemperaturer er ca.

250 - 270 °C for **PP** og **PVDF**, og ca.

260 - 288 °C for **PE** - men husk at temperaturer, i den aktuelle brugervejledning, altid skal følges.

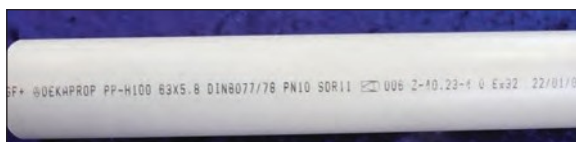


Arbejdsprocedure

I det følgende beskrives arbejdsprocedurer for type B maskinsvejsninger af PP rør og fittings i dimensioner fra Ø63 mm og opefter - men med udgangspunkt i Ø63 mm.

1. **Kontroller** at rør og fittings passer sammen, er uden beskadigelser og overholder de krævede specifikationer, herunder bl.a. PN værdier.

Undgå unødvendig snavs på og i rørene. Fjern først rørenes afblændingspropper, når det er nødvendigt, **men husk det inden svejsning**. Undgå at der kommer olie i kontakt med rørfittings, da dette vil trænge ind materialet.



2. **Kontroller** at varmedorne, handorn og hundorn, der er monteret på svejsemaskinen har den rigtige dimension, og er beregnet til det aktuelle rør og muffedabrikat. Varmedorn og bøsning renses, hvis nødvendigt med "ispind" og/eller fnugfrit papir, **uden sprit**.
3. **Temperatur** måles kl. 3 på handorn.
4. **Opmærkning**, hvis nødvendigt afkortes røret, afkort så vidt muligt med rørskærere, husk skærehjul til plast. Hvis røret saves over, skal snittet ligge vinkelret på røret, eller rørenden må afrettes med værktøj.

Grater skal fjernes med afgratningsværktøj eller smergellærred, undgå brug af kniv – hvis den smutter og laver ridser, vil der opstå kærsvirkning fra disse.

5. **Kalibrering**. Rørenden bearbejdes med et kombineret reife- og kalibreringsværktøj. Længden på knivene i værktøjet **indikerer kalibrerings- og indstiksdybden**.

Det vil sige, at når skærene på kalibreringsværktøjet flugter med rørenden, er kalibreringsdybden svarende til den opgivne indstiksdybde på den pågældende dimension.

I praksis bearbejdes der lidt længere ind over rørenden, for at undgå materialeophobning fra svejsningen danner lysningsbegrænsning indvendigt i røret (gardin). Ved Ø63 mm kan man f.eks. med fordel kalibrere 29 mm ind over rørenden.



6. **Rørmærkning** i umiddelbar nærhed af svejsestedet skal fjernes. Mærkning som er præget ned i røret, skal skrabes bort med parketskraber, påtrykt mærkning kan normalt fjernes ved den afsluttende rengøring.
7. **Fittings**. Den oxiderede (iltede) overflade, hvor der skal svejses, fjernes ved slibning. Herefter fastgøres fittings i maskinen, sørg for at den sidder korrekt og rammer stoppene.

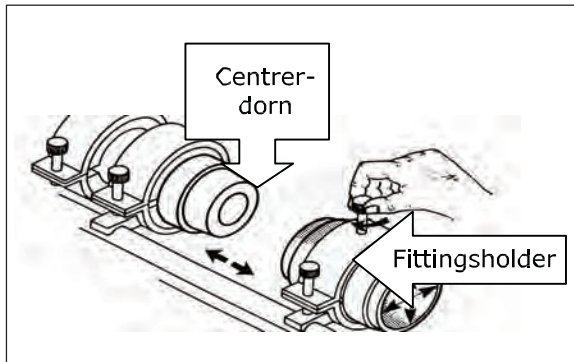
Pas på ikke at spænde fittings for hårdt, da den så bliver "kantet"/oval. De fleste maskiner har et bagstop, som kan støtte bag på fittings.



Svejsning af rørsystemer i plast

Muffesvejsning

Ved ældre maskiner kan opretningen af fittings være mere kompliceret, bl.a. med brug af en centrerdorn.



8. **Indstiksstop** indstilles til den aktuelle rørdiameter



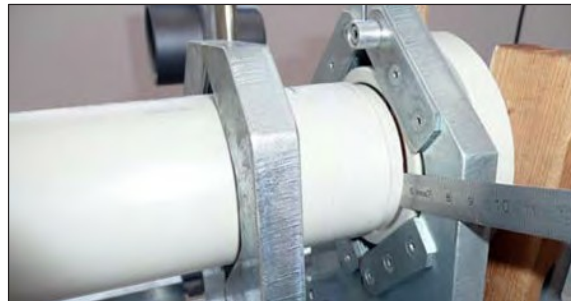
9. **Indstillingsstoppet** bruges under tilpasning af rørets placering i maskinen.



10. Rør påføres **indstiksmærke** = **indstiksdybde + 5 mm** og sættes i maskinen.



11. Rør skubbes ind mod søgeblad, der holdes mellem rørfittings og fastspændes i rørholderene.



Rør og fittings aftørres på berøringsfladerne umiddelbart inden svejsning med fnugfrit papir og en rensesvæske, ofte husholdningssprit (93 %), såfremt brugervejledningen ikke stiller krav til højere renhed i væsken.

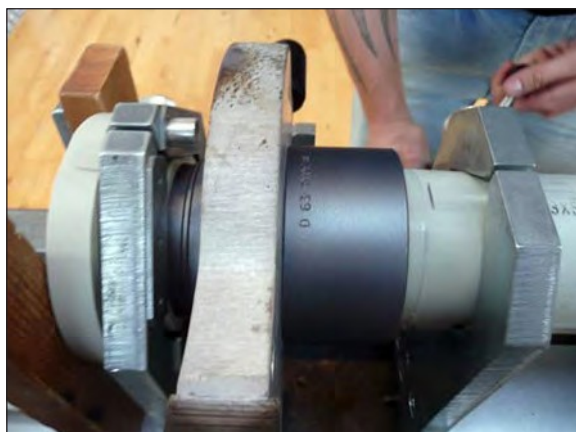


Vær sikker på, at rengøringsvæsken er fordampet fra overfladerne, inden kontakt med de teflonbelagte dorne.

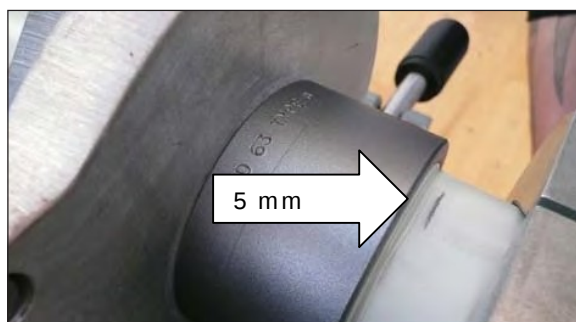
Det er en god ide, at lade rørmærkningen vende opad under svejsningen, så man ikke glemmer at fjerne den. Ligeledes vil man hurtigt kunne opdage evt. fejl på maskinen, ud fra svejsningernes udseende, så disse kan rettes hurtigt.



- 12. Svejsningen.** Svejseværktøjet anbringes mellem rør og fittings og der lukkes sammen, så røret bliver presset ind i varmebøsningen og fittings ind over varmedornen. Dette skal ske med et roligt og jævnt tryk.



Når rørende og fittings når stop/eller indstiksmærket er 5 mm fra varmedorn, starter opvarmningstiden og maskinen holdes i denne position under opvarmningen.



Maskinen åbnes, og svejseværktøjet løftes op.

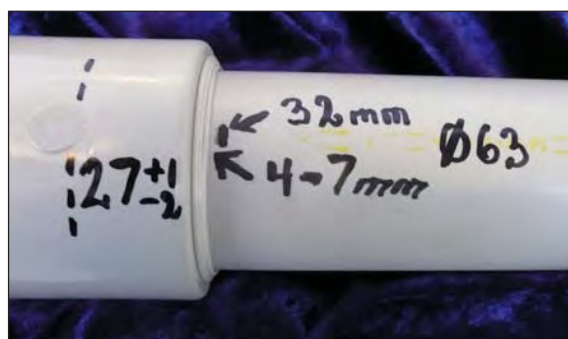
Maskinen lukkes herefter hurtigt med et jævnt tryk indtil indstiksstop rammes, trykket holdes en ca. 15 – 20 sekunder.



Svejsningen kan frigøres af maskinen efter kort tid, men må ikke udsættes for belastning før svejse-/køletiden er opnået. Er røret et "spolerør", skal det svejste emne blive siddende fastspændt i hele svejse-/køletiden.

- 13. Kontrol af svejsning.** Kvaliteten af svejsningen, vurderes ud fra "Kriterier for svejste plastrør" – SBC 243, annek E, fra Teknologisk Institut.

Herunder bl.a. kontrol af indstiksdybde, fuld vulstsammenhæng mellem rør- og fittingsvulst, og at der ikke er lysningsbegrænsning af svejsevulst indvendigt i røret



Vejledende kalibrering PE, PP og PVDF

Ydre rør. Kalibreringsdiameter d			
d	Kalibrering i mm	Indstik i mm +1/-2	Opvarmning i sek.
20	19,85– 19,95	14	5
25	24,85– 24,95	16	7
32	31,85– 31,95	18	8
40	39,75– 39,95	20	12
50	49,75– 49,95	23	18
63	62,65– 62,95	27	25
75	74,65– 74,95	31	30
90	89,65– 89,95	35	40
110	109,55–109,95	41	50

Kalibreringslængde/indstiksdybde svarer til knivlængden på den aktuelle diameters værktøj.



Muffesvejsning

Muffesvejsning, håndmuffe

Muffesvejsning udført som håndsvejsning må anvendes som sammenføjningsmetode, ved svejsning af rørkonstruktioner af rør, muffer, flanger og øvrige svejsefittings i dimensioner **mindre end Ø63 mm**.

Ved svejsning af dimensioner i Ø63 mm og derover, vil trykket og nøjagtigheden i sammenføringen af de opvarmede dele, ikke vil kunne gennemføres tilfredsstillende som håndsvejsning, men svejses i maskine.



Svejsemetoden kaldes også varmeelement-svejsning eller polyfussionssvejsning. Den anvendes specielt indenfor kemikaliebærende rørsystemer udført i PE, PP og PVDF materialer, hvor el-fittings ikke kan anvendes, da de enten ikke fremstilles i den pågældende materialetype, eller ikke kan anvendes på grund af den indstøbte varmetråd af kobber, som vil kunne angribes af kemikalierne i det frilagte område mellem rørenderne i fittings.

Til opvarmning af rør og fittings anvendes en elektrisk opvarmet, termostatstyret varmeplade eller blok, hvorpå der er monteret varmedorn og varmebøsning svarende til den dimension, som ønskes svejst.

Varmedorn og bøsning skal være coatet med teflon, hvilket gør rengøring af varmepladerne nemmere og forhindrer, at den opvarmede plast hænger i.

Hvor man ved stuksvejsning varmer rørenderne op, er det her rørets yderside og fittings inderside, der opvarmes. Dette sker ved at presse røret ind i varmebøsningen og formstykket ind over varmedornen, tilføre den oplyste varmetid fra brugervejledningen og herefter gennemføre svejsningen.

Muffesvejsning, opdeles i to typer, kaldet **type A** eller **type B**. Type A blev tidligere primært anvendt til svejsning i PE rør og fittings, men er næsten historik, på grund af el-fittings, metoden må dog stadig anvendes til svejsninger, der skal overholde DS-kriterier.

Arbejdsprocedurer, varmedornenes udformning og forarbejdningsmetoder inden er svejsning forskellig.

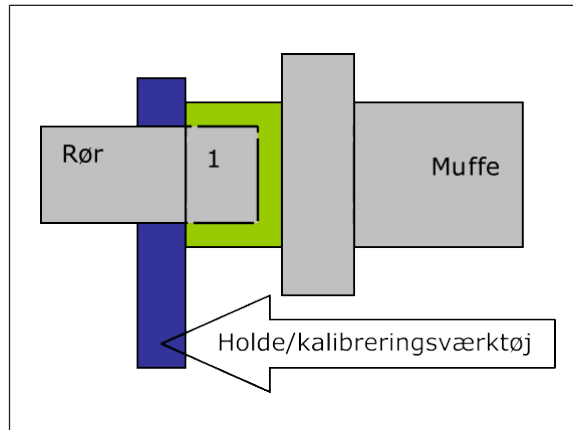




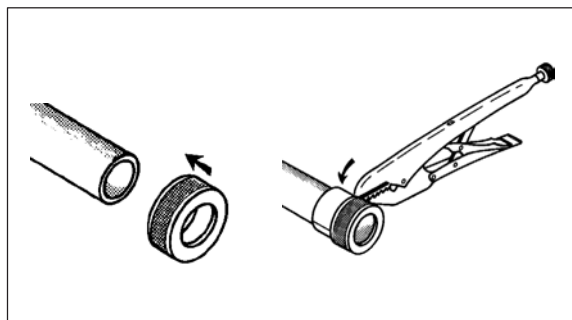
Muffesvejsning

Type A

Varmedorn (1) og varmebøsning (2) er udformet med lige-/skarpkantet.



1. Røret afkortes på længde med rørskærer eller sav, evt. grater fjernes med afgrater eller ved slibning.
2. Røret rengøres udvendigt og aftørres med en rensesvæske, evt. rørmærkning skrabes væk med parketskraber, dybdemål påsættes og holde/kalibreringsværktøj fastgøres, dybdemål aftages.



3. Fittings rengøres. Vær sikker på at rensesvæsken er fordampet, inden man skubber delene ind over de teflonbelagte varmedorne.
4. Man skubber muffen i bund på varmedornen og røret ind i bøsningdornen til holdeværktøjet rammer kanten af varmebøsningen.
5. Opvarmningstiden starter når kanten berøres, efter endt tid tages fittings og rør hurtigt ud, skubbes derefter ind i hinanden til holdeværktøjet rammer fittingskant.

6. Svejse-/køletiden starter, svejsevulsterne skal have synlige kontaktmærker af holdeværktøjet, efterfølgende arbejdsprocedurer som beskrevet i det følgende for type B svejsninger.
7. Kontrol af svejsning. Kvaliteten af svejsningen, vurderes ud fra "Kriterier for svejste plastrør" – SBC 243, annek E, fra Teknologisk Institut.

Type B



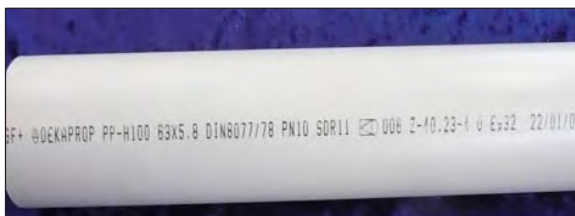
Både varmedorn og bøsning er udformet med afrundede kanter.



Arbejdsprocedure

I det følgende beskrives arbejdsprocedurer for type B manuelt udførte håndsvejsninger af PP rør og fittings i dimensioner op til, men ikke med Ø63 mm - med udgangspunkt i Ø40 mm.

1. **Kontroller** at rør og fittings passer sammen, er uden beskadigelser og overholder de krævede specifikationer, herunder bl.a. PN værdier. Undgå unødvendig snavs på og i rørene, fjern først rørenes afblændingspropper, når det er nødvendigt, **men husk det inden svejsning**. Undgå at der kommer olie i kontakt med rørfittings, da dette vil trænge ind materialet.



2. **Kontroller** at varmedorne, handorn og hundorn, der er monteret på svejsemaskinen har den rigtige dimension, og er beregnet til det aktuelle rør og muffefabrikat. Varmedorn og bøsning renses, hvis nødvendigt med "ispind" og/eller fnugfrit papir, **uden sprit**.
3. **Temperatur** måles kl. 3 på handorn. Vejledende svejsetemperaturer er ca. **250 – 270 °C** for **PP** og **PVDF**, og ca. **260 – 288 °C** for **PE**, men husk at temperaturer, opgivet i den aktuelle brugervejledning for pågældende fabrikat, altid skal følges.
4. **Opmærkning**, hvis nødvendigt afkortes røret, afkort så vidt muligt med rørskærer, **husk skærehjul til plast**. Hvis røret saves over, skal snittet ligge vinkelret på røret, eller rørenden må afrettes med værktøj. Grater skal fjernes med afgratningsværktøj eller smergellærred, undgå brug af kniv – hvis den smutter og laver ridser, vil der opstå kærsvirkning fra disse.

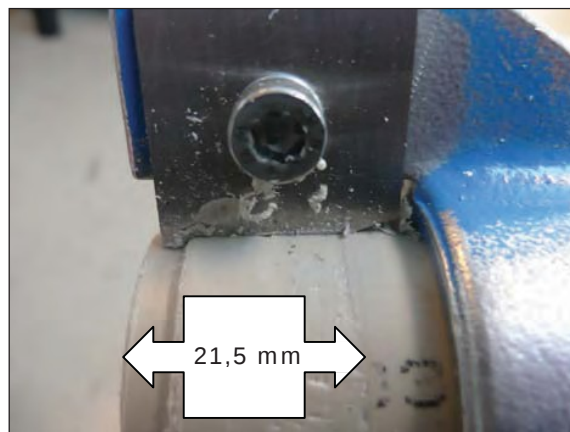


Evt. kan en skæv afskåret rørend afrettes i høvl.

5. **Kalibrering**. Rørenden bearbejdes med et kombineret reife- og kalibreringsværktøj. Længden på knivene i værktøjet **indikerer kalibrerings- og indstiksdybden**. Det vil sige, at når skærene på kalibreringsværktøjet flugter med rørenden, er kalibreringsdybden svarende til den opgivne indstiksdybde på den pågældende dimension.

I praksis bearbejdes der lidt længere ind over rørenden, for at undgå materialeophobning fra svejsningen danner lysningsbegrænsning indvendigt i røret (gardin).

Ved Ø40 mm, hvor indstiksdybden er 20 mm + 1 - 2 mm, kan der med fordel kalibreres 21,5 mm ind over røret.



6. **Rørmærkning** i umiddelbar nærhed af svejsestedet skal fjernes. Mærkning som er præget ned i røret, skal skræbes bort med parketskraber, påtrykt mærkning kan normalt fjernes ved den afsluttende rengøring.

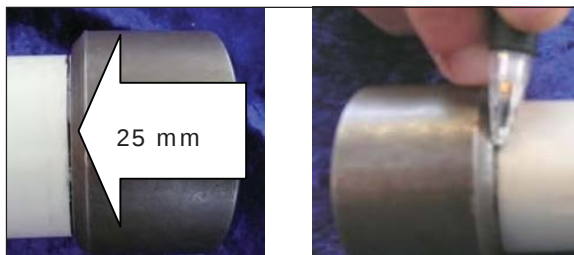


Svejsning af rørsystemer i plast

Muffesvejsning



7. **Indstiksmærke** tegnes 25 mm ind over rørenden på Ø40 mm rør, tegn hele vejen rundt på rør, der skal håndsvæjses, så man kan oprette under opvarmning/og svejsning ud fra strengen. Der kan med fordel bruges et dybdemål til at tegne efter.



8. **Fittings.** Den oxiderede (iltede) overflade, hvor der skal svejses, fjernes ved slibning.

Rør og fittings aftørres på berøringsfladerne umiddelbart inden svejsning med fnugfrit papir og en rensevæske, ofte husholdningssprit (93 %), såfremt brugervejledningen ikke stiller krav til højere renhed i væsken.

Vær sikker på, at rengøringsvæsken er fordampet fra overfladerne, inden kontakt med de teflonbelagte dorne.

Det er en god ide, at lade rørmærkningen vende opad under svejsningen, så man ikke glemmer at fjerne den.

9. **Svejsningen.** Det er vanskeligt at skubbe både rør og fittings samtidigt ind i dornene, man skal presse forholdsvis hårdt og samtidigt indføre disse lige.



Derfor kan man med fordel skubbe ét af emnerne på af plads af gangen. Så snart det første er på plads, skubbes emne to ind. Opvarmningstiden startes, når dette er på plads.

Rør og fittings skal begge have den fra brugervejledningen oplyste opvarmningstid, og det er underordnet om det er fittings eller rør, der skubbes ind først.



Det først påsatte emne skal nogle sekunder før opvarmningstiden er opnået, tages ud, efter dimension svarende til den tid, det har siddet på varmedornen, inden emne 2 har været på plads og stopuret har været startet.

Pas på, når indstiksmærket på rørende er 4 mm fra dornens kant (brug eventuelt en 4 mm unbachonøgle som afstand), må det ikke presses yderligere ind.



Ligeledes må fittings ikke skubbes længere ind over varmedorn, end til den afrundede forkant.



Begge emner fastholdes i denne position i opvarmningstiden.

Svejsning af rørsystemer i plast

Muffesvejsning

Efter endt varmetid, sammenføres de opvarmede emner. Pas på at lave en lige indføring, emnerne må ikke drejes ind, men skal skubbes lige ind. Det er også vigtigt under indføringen, at man rammer med røret direkte ind i muffen, uden at ramme muffevulst.



Rør og fittings skubbes sammen til der fuld vulstsammenhæng mellem rør- og fittingsvulst.

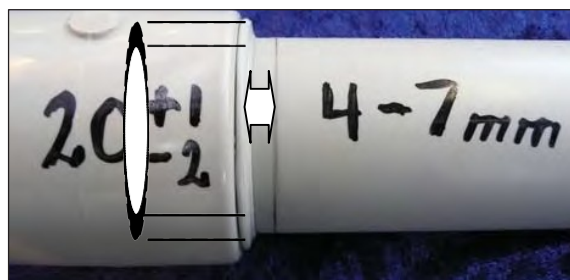


Trykket holdes en ca. 15 – 20 sekunder, i de første sekunder er der mulighed for opretning af evt. skævhed i indstikket, svejsningen må ikke udsættes for belastning før svejse-/køletiden er opnået.

- 10. Kontrol af svejsning.** Kvaliteten af svejsningen, vurderes ud fra "Kriterier for svejste plastrør" – SBC 243, anneks E, fra Teknologisk Institut.



Herunder bl.a. kontrol af indstiksdybde, fuld vulstsammenhæng mellem rør- og fittingsvulst, og at der ikke er lysningsbegrænsning af svejsevulst indvendigt i røret.



Vejledende kalibrering PE, PP og PVDF

Ydre rør. Kalibreringsdiameter d			
d	Kalibrering i mm	Indstik i mm +1/-2	Opvarmning i sek.
20	19,85– 19,95	14	5
25	24,85– 24,95	16	7
32	31,85– 31,95	18	8
40	39,75– 39,95	20	12
50	49,75– 49,95	23	18
63	62,65– 62,95	27	25
75	74,65– 74,95	31	30
90	89,65– 89,95	35	40
110	109,55–109,95	41	50

Kalibreringslængde/ indstiksdybde svarer til knivlængden på det aktuelle Ø værktøj.

Materialetype	Udvendig diameter da (mm)	Svejsetemp. (°C)	Opvarmningstid t ^{aw} (sek.)		Justering t _u (sek.)	Køletid t _{Ak}	
			SDR 17,6; 17	SDR 11; 7,4; 6		Køletid med fastholdelse (sek.)	Total køletid (min)
PEHD, PP	16		-	5	4	6	2
	20	250 - 270	-	5	4	6	2
	25		¹⁾	7	4	10	2
	32		¹⁾	8	6	10	4
	40	250 - 270	¹⁾	12	6	20	4
	50		¹⁾	18	6	20	4
	63		¹⁾ (PEHD); 10 (PP)	24	8	30	6
	75	250 - 270	15	30	8	30	6
	90		22	40	8	40	6
	110	250 - 270	30	50	10	50	8
	125	250 - 270	35	60	10	60	8
PVDF			Rørtykkelse (mm)	Forvarmnings- tid (sek.)			
	16		1,5	4	4	6	2
	20	250 - 270	1,9	6	4	6	2
	25		1,9	8	4	6	2
	32		2,4	10	4	12	4
	40	250 - 270	2,4	12	4	12	4
	50		3,0	18	4	12	4
	63		3,0	20	6	18	6
	75	250 - 270	3,0	22	6	18	6
	90		3,0	25	6	18	6
	110	250 - 270	3,0	30	6	24	8





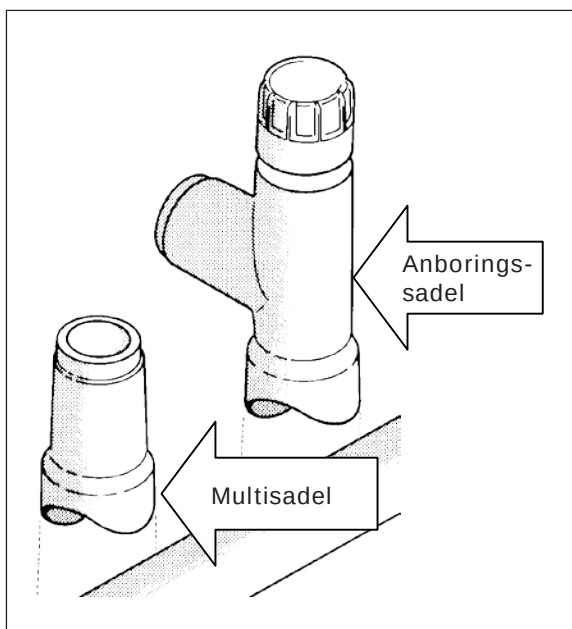
Sadelsvejsning

Sadelsvejsning anvendes kun ganske få steder i dag, og vil her kun blive gennemgået ganske kort.

Metoden blev tidligere anvendt til påsvejsning af anbringssadler og multisadler indenfor PE rørmaterialerne, men er nu næsten helt erstattet af el-fittings. Metoden må dog stadig anvendes til svejsninger, der skal overholde DS-kriterier.

Arbejdsprocedure

Arbejdsprocedure for sadelsvejsning af anbringssadel eller multisadel



Kontroller, at radius på sadlen svarer til halvdelen af rørets diameter.

Stedet, hvor sadlen skal placeres, afmærkes, hvis PE røret er fremstillet med beskyttende PP kappe, skal denne fjernes omkring svejsestedet før svejsning.

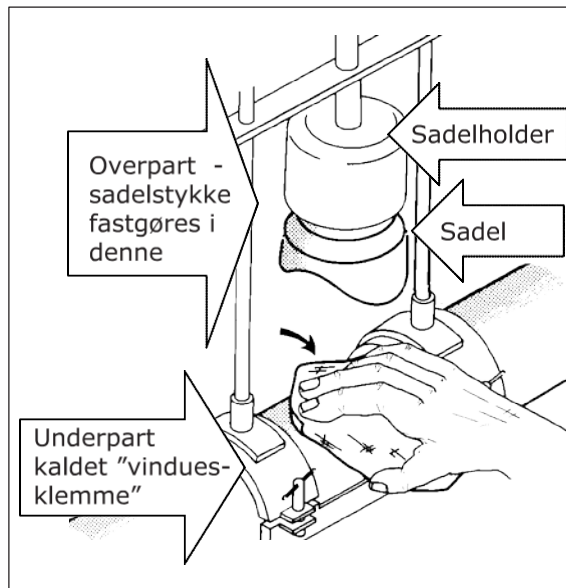
Rør uden beskyttende PP kappe skal skrubes med parketskraber umiddelbart inden svejsning, for at fjerne den oxiderede overflade.

Såfremt der anvendes rør med PP kappe og denne fjernes, umiddelbart før svejsning, behøver røret ikke at skrubes, da der så ikke er opstået denne oxiderede hinde.

Holdeværktøjet er som sadel og opvarmningsværktøj tilpasset de forskellige rørdiametre.

Værktøjet er i to dele, hvor den ene del spændes fast på røret.

Efter montering af denne, skrues overpart fast på underpart og sadel monteres.

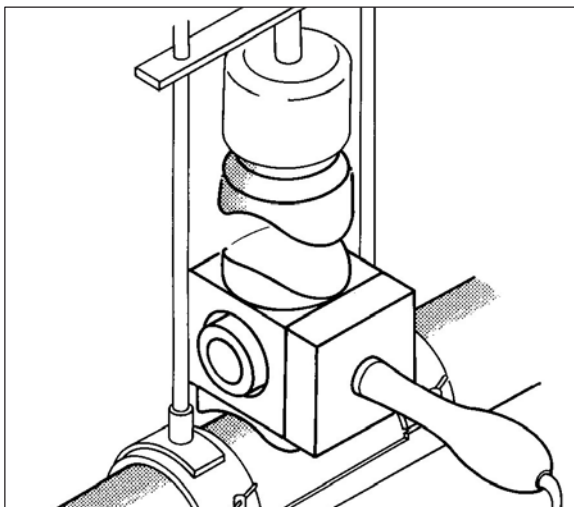


Sadelstykke og rør aftørres på berøringsfladerne med fnugfrit papir og rensesvæske

Kontroller, at radius på svejseværktøjet svarer til rørets. Dette værktøj (opvarmningsblok), er det samme, som kan bruges i forbindelse med muffesvejsning, hvor der på blokken er påspændt varmedorne.



Kontroller at temperatur på svejseværktøjet svarer til oplysninger fra brugervejledningen, ca. 260 – 288 °C.



Svejseværktøjet anbringes mellem sadel og rør. Svejsemaskinen lukkes sammen, så sadel og rør får fast kontakt med de varme flader på svejseværktøjet.

Efter endt opvarmningstid åbnes maskinen, og svejseværktøjet fjernes.

Maskinen lukkes igen, sadlen trykkes ned mod røret med det anbefalede fjedertryk og låses i denne position i svejse-/køletiden.

Derefter afmonteres overpart af holdeværktøjet, og der kan anbores i røret.

Kontrol af svejsning



Kvaliteten af svejsningen, vurderes ud fra "Kriterier for svejste plastrør" – SBC 243, annek E, fra Teknologisk Institut.

Herunder bl.a. at der fuld vulstkontakt mellem rør- og sadelvulst hele vejen rundt i svejsningen.

Anboring generelt

Der må først anbores efter brugervejledningens anbefalede køletid for pågældende fabrikat er gennemført.

Som udgangspunkt må kun anbores under tryk i PEM rør. PEH, PP, PB skal alle anbores trykløse, med mindre andet er anbefalet i brugervejledning.

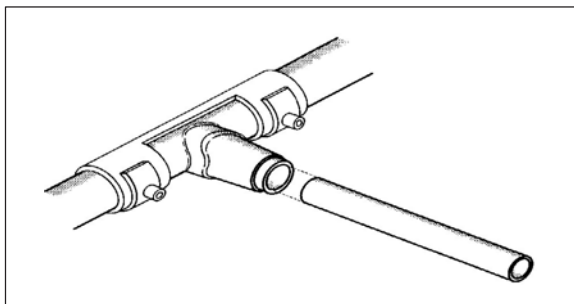
Svejsning af rørsystemer i plast

Muffesvejsning



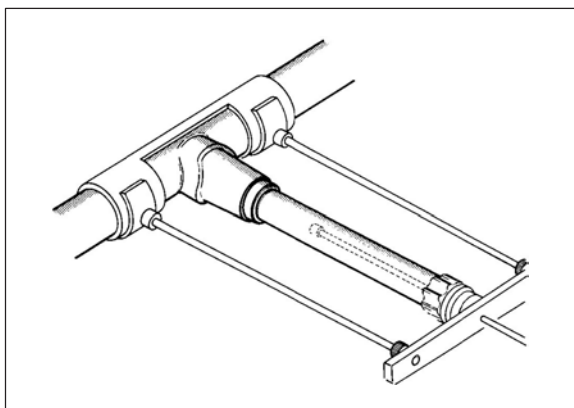
Vejledning i anbring af multisadel

Efter svejsning og endt køletid svejses et rørstykke i sadlens muffedel. Længden på røret skal passe til anboringsværktøjets længde.

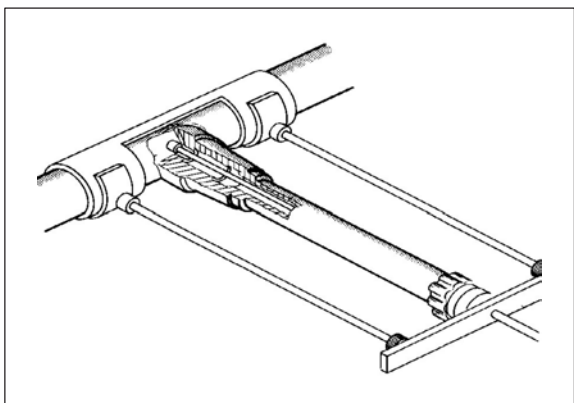


Anboringsværktøjet anbringes på underparten, som stadig er monteret røret.

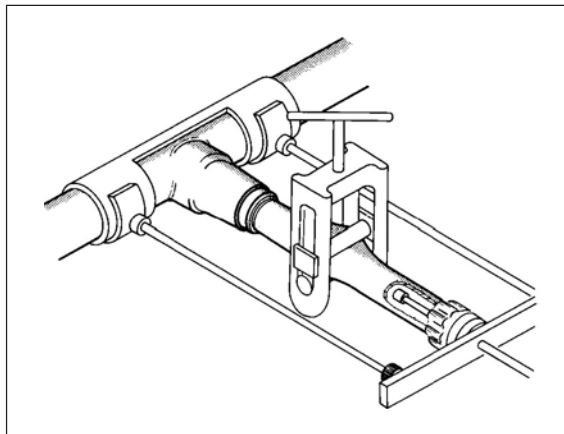
Den gastætte forskruring spændes fast om røret.



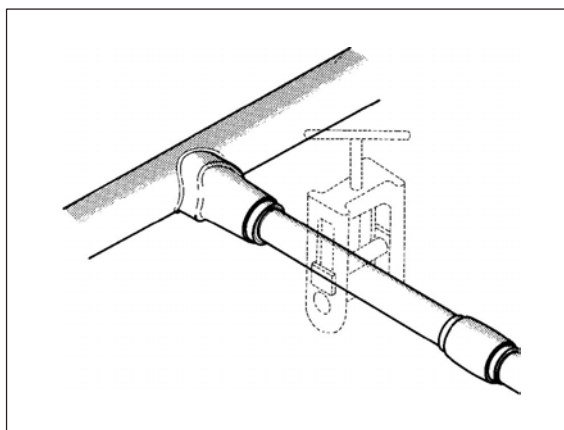
Borestangen drejes gennem rørvæggen. Visse fabrikater har fast stop og udluftning, så man kan efterprøve, om der er anboret. Uden dette må man være opmærksom på dybden af borestangen, så man ikke gennemborer modsatte rørvæg.



Når der er anboret, trækkes borestangen tilbage i røret. Et klemmewærktøj anbringes midt på rørstykket og lukkes sammen. Anboringsværktøj og underpart kan fjernes.



En muffe og rørafgangen påsvejses rørenden.

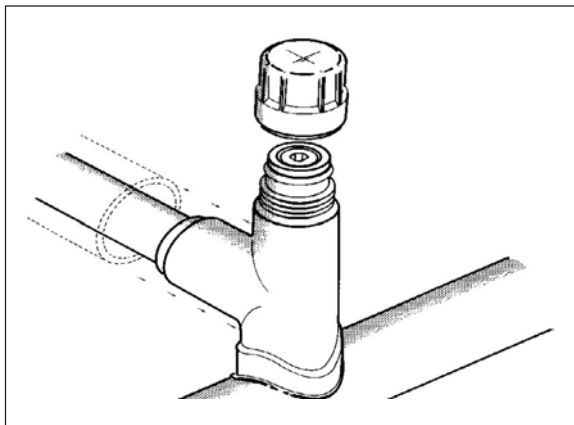


Når svejsningen er gennemført og endt svejse-/køletid og evt. tætheds- og trykprøvning, åbnes klemmewærktøjet langsomt og fjernes. Røret genrundes evt. og klemmestedet mærkes.

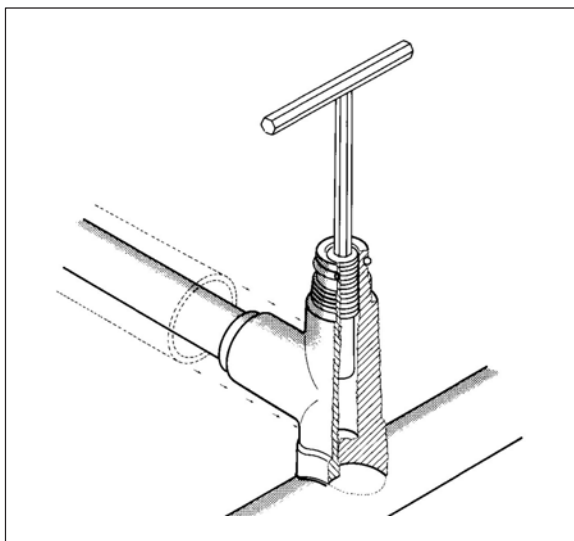


Anboring af anbringssadel under driftstryk

Røraftgang påsvejses sadel, efter endt svejse-/køletid og evt. tætheds- og trykprøvning skrues dæksel af, pas på at det ikke bliver snavset



Anbring T-nøglen i anbringsskruen (skæreskruen).



Drej skruen ned i røret. Det kan anbefales at have et mærke på nøglen, så man ved hvornår anbringningen er igennem rørvæggen. Det er vanskeligt at mærke, hvornår skruen har skåret sig gennem røret, samt man skal passe på ikke at bore helt igennem røret

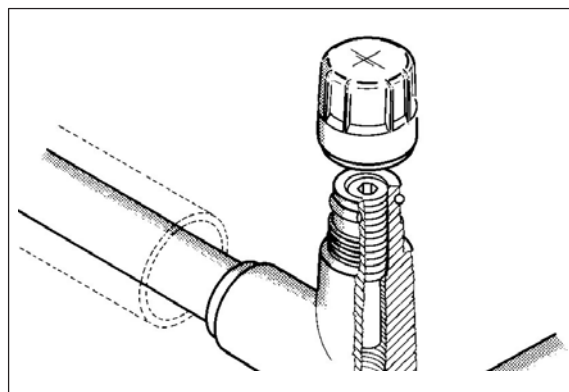
Sid altid ved siden af anbringestedet, aldrig hen over!

Skrue nu den modsatte vej og stop, når top af skæreskrue er på niveau med kant af sadeltop.

NB! Skru aldrig skæreskruen ud!

Dækselgevind og O-ring efterses og rengøres evt. inden montering. Delene kan smøres med syrefri vaseline eller silikonefedt, men aldrig med olie eller andre fedtstoffer.

Skrue dækslet på og spænd det grundigt, husk det virker som tætningsring ind til rørsystemet.





Stuksvejsning, ledningsarbejde



- Følg altid brugervejledningens anvisninger.
- Kontroller rør for eventuelle beskadigelser.
- Ridser og lignende fjernes med skrabeværktøj, der må skrubes max. 10 % af godstykkelsen væk.
- Kontroller at rørets PN og SDR værdi er korrekt.
 $\text{Rørets diameter} / \text{godstykkelse} = \text{SDR}$.
- Ved modtagelse af nye rør bør der foretages en prøvesvejsning
- Anvend udstyr der er godkendt, vedligeholdt og med korrekt trykarakteristik.
- Foretag prøvesvejsninger efter en evt. reparation af svejsemaskinen.
- Man bør altid have et ekstra sæt nye/ skarpe udskiftningsskær til høvlen. De kan ofte fås i forskellige skærpningsvinkler, så de er tilpasset den aktuelle opgave. Endvidere kan skærene ændres i forarbejdningsprocessen, ved benyttelse af diverse afstandsskiver under disse.
- Der må ikke svejdes udenfor maskinens godkendte trykområde.
- PE 80 rør må kun stuksvejses mod PE 100, såfremt godstykkelsen er den samme – ellers skal der anvendes en elektromuffe.
- PEM rør, må normalt klemmes sammen til 2 gange godstykkelse $\times 0,9 - 0,7$, men se altid brugervejledningen. Det er ikke alle typer PE rør, som må klemmes. Klemmestedet skal altid afmærkes tydeligt, med advarselsbånd eller anden tydelig markering, da der ved en evt. senere afklemning, skal holdes en afstand på mindst $4 \times$ rørets diameter, til det tidligere sted. Røret må ikke være klemmt mere end 24 timer.

- Husk telt eller lignende overdækning ved regnvejr. Regn/fugt vil give dårlig kvalitet i svejsningen og risiko for elektrisk stød fra udstyr.
- Følg anvisninger vedrørende svejsestedets omgivende temperatur, specielt minimumtemperatur.
- Specielt tyndvæggede PE 100 rør (f.eks. PN 10) er meget ømfindtlige med at alle parametre under svejsningen overholdes, set i forhold til svejsningens styrke.
- Fjern ikke beskyttelses rørpropper før nødvendigt. På det "frie" rør, først efter endt svejsning for at undgå træk (skorstenseffekt).
- Ved evt. IR svejsning, er det vanskeligt, at undgå træk omkring rørender, da disse ikke lukkes ind mod varmeenheden.
- Følg altid Arbejdstilsynets krav vedr. rørgrav og evt. afstøtning af denne.



- Såfremt det er muligt, vil det være nemmest, at svejse rørene ovenfor rørgraven, men ofte vil dette ikke være muligt, da andre eksisterende rørføringer m.m., efterfølgende hindrer nedlægning.



Generelle procedurer

1.

Ved evt. afkortning af rør – afkort disse, så vinkelret på røret som muligt. Det letter den efterfølgende tilpasning i stuksvejsmaskinen, samt reducerer omfanget af afretningen med afretterhøvlen.



Ved PE rør med beskyttende kappe af PP, er det ikke nødvendigt at fjerne kappen ved stuksvejsninger, med mindre den givne rør-dimension eller producenten, ifølge brugervejledningen kræver dette.

Rørenderne, rengøres både udvendigt og indvendigt med fnugfrit papir i en afstand af 25 - 50 mm fra de rørender, der skal svejses.

Vand eller 93 % denatureret sprit, må anvendes hos en del producenter for at fjerne snavs og støv inden høvling. Såfremt et rør eller en fitting er forurenet med olie, fedt eller lignende afskæres den forurenede del.

Husk, at **rørskæreværktøj til plast**, har et **specielt smalt skærehjul** - værktøjet bør ikke anvendes til andet end plast.

Ved anvendelse af en kædesav eller lignende, må saven ikke være påfyldt olie til smøring af kæden, eller andet værktøj have været i kontakt med olie.

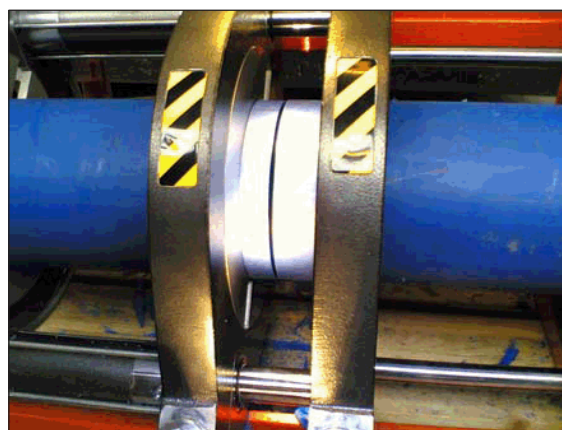
Inden svejsningen påbegyndes, skal rørenderne være tørre - evt. renses, som kommer i kontakt med teflonbelægningen på varmespejlet, vil "brænde" teflonbelægningen af spejlet

2.

Anbring rørene i svejsmaskinen, med passende rør understøtning. Enderne på rørene skal have et udhæng på ca. 20 - 25 mm. -

men tilpasset den aktuelle svejsmaskine, herunder høvlens bredde.

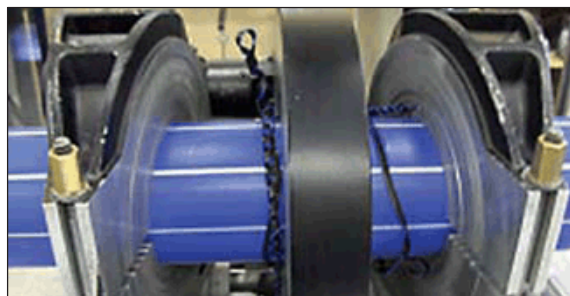
Vend rørene med mærkningen op. Det letter centreringen af rørene, er med til at sikre mod påsvejsning af evt. fejll leverede rør i forhold til den bestilte PN- eller SDR-værdi. Endvidere vil det lette arbejdet for en evt. tilsynsmyndighed, som skal kontrollere mærkning mm.



Mærkning i PE rør uden kappe skal i umiddelbar nærhed af svejsestedet afskrabes. Der må, efter svejsning, ikke være mærkning ind under svejseulsten.



Rørene centrerer og opspændes, således at mindst mulig forskydning og ovalitet opnås.





Høvl rør- og/eller fittingsenderne ved at lukke stuksvejsmaskinen omkring den roterende høvl, med et tryk som er tilpasset – normalt lavere end svejsetrykket. Fortsæt afretningen, indtil der fremkommer en kontinuerlig strimmel på hver side af afretterhøvlen.

Ved svejsmaskiner med aflastningsventil, kan denne bruges til at styre høvletrykket. Samtidig opnår man herved den fordel, at når betjeningshåndtaget stilles i neutral, vil trykket på høvlen forsvinde, således man kan køre ca. to omgange med frihøvling af enderne, så der ikke bliver afslutningsmærker efter de to knive i rørenderne. Endvidere er man fri for at stille tryk til høvling og derefter til svejsning.

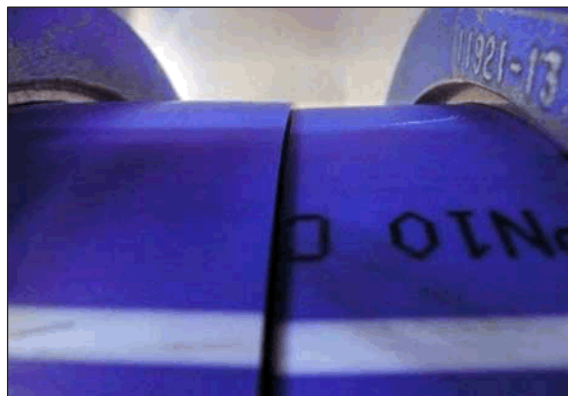
Knivene på høvlen skal være meget skarpe ved høvling af rør med PP kappe – ellers opvarmes PP materialet og vil ikke frihøvles korrekt. Såfremt dette sker, og man ikke har mulighed for at udskifte knivene, må man fjerne kappen i umiddelbar nærhed af svejsestedet, for at kunne lave en korrekt svejsning. Dette må kun foretages, såfremt det accepteres af evt. tilsyn fra ledningsejer.

Åbn stuksvejsmaskinen, fjern høvlen samt alle spåner fra rørender og stuksvejsmaskine uden berøring af svejsefladen, ved berøring høvles på ny, eller der aftørres med 93% denatureret sprit (ved krav om højere renhed kan anvendes hospitalssprit eller anden anbefalet rensevæske).

Pas på, at sprit/rengøringsvæske er afdampet inden berøring med varmespejlets teflon. Teflonbelægning vil øjeblikkeligt brænde bort ved kontakt med sprit. Spejlet kan, hvis nødvendigt, rengøres med en "ispind" eller tørt fnugfrit papir.

Luk stuksvejsmaskinen og kontroller, at rørenderne slutter tæt til hinanden hele vejen rundt, og at rørene centrerer. Der må ikke fremstå et synligt gab eller en forskydning mellem rørene.

Ved forskydning over 10 % af godstykkelsen (ved formstykker 20 %), skal rørene forsøges oprettet ved krydsspænding i rørholderene, herefter afhøvles igen.



Såfremt man netop har afkortet et rør, og vil påsvejsse dette et "lagerrør", vil det normalt være nødvendigt, at fjerne en 30 – 40 mm af det ikke netop afkortede rør, da spidsningen på dette, vil være større – ellers vil kantfor-skydningen blive for stor.

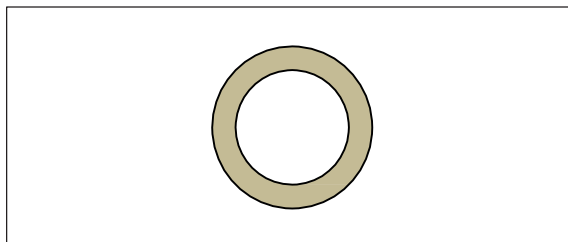
Når rørene er forberedt til svejsning og "linet" endeligt op, så findes og registreres stuksvejsmaskinens slæbetryk, som lægges til det afløste svejsetryk i maskines tryk-karakteristik-stik

Udregningen af svejsetryk kan foretages i et udregningsskema, eller man kan anvende producentens opgivne Newton. Udregningen eller det opgivne skal omsættes til Bar i tryk-karakteristikken gældende for den aktuelle maskine.

De udregnede eller opgivne Newton (N) fortæller hvor meget tryk rørenderne skal have ved en evt. forvarmekraft (opbygning af forvulst) og i svejse-/køletiden. Hvis dette for eksempel er 300 N, svarer det afrundet til 30 kg – svejsmaskinen arbejder med hydraulik og derfor skal det givne tryk omsættes til Bar.

Arealet af rørenden skal ganges med en tryk-faktor:

- PEM rør trykkes med 0,15 N pr. mm²
- PEH rør trykkes med 0,18 N pr. mm²
- PP rør trykkes med 0,10 N pr. mm²
- PVDF rør trykkes med 0,10 N pr. mm²



Svejsning af rørsystemer i plast

Stuksvejsning



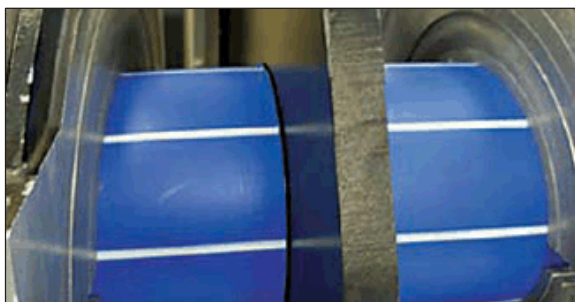
3.

Temperaturen på svejsspejlet skal kontrolleres, og tilpasses brugervejledningens opgivne temperaturer:

Vejledende temperaturer for PE 80 rør og PE 100 rør uden kappe er 220 °C +10/-20 °C, afhængigt af fabrikat.

PE 100 rør med kappe svejses ved ca. 240 grader C +/- 5 °C, men enkelte fabrikater ca. 220 °C.

Svejsspejlet bør ikke, umiddelbart inden udførelsen af svejsninger, være placeret i transportposen, men anbragt frit hængende i et stativ, med lidt afskærmning på siderne, så spejlet tilpasses den omgivende temperatur. I transportposen vil svejsspejlet, normalt sidde beskyttet/isoleret for meget, i forhold til de aktuelle omgivende temperaturer



Spejlet placeres i svejsemaskinen mellem de to rørender. Maskinen lukkes, så de to rørender berører spejlet med evt. forvarmekraft (forvulst).

Forvarmekraft/opbygning af forvulst er svejserens egen tid, svejseren skal efterfølgende altid overholde den opgivne varme-/sivetid.

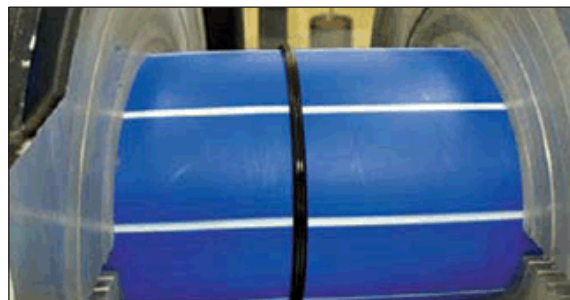
Der vil nu i løbet af nogen tid fremkomme en vulst på rørenderne. Kontroller, at vulsten er ens hele vejen rundt. Når den ønskede vulststørrelse er opnået, aflastes maskinen ved at stille betjeningsgrebet i "position neutral", og brugervejledningens anbefalede varme-/sivetid starter.

Stil aldrig i "position åben", i forhold til den anvendte stuksvejsemaskines betjeningsmuligheder - således forstået, at der ikke er negativ eller positiv kraft mellem kæberne i varme-/sivetiden, da slæbekraften skal være "låst" i denne tid.

4.

Efter endt varme-/sivetid åbnes maskinen (omstillingstid) og spejlet fjernes.

Maskinen lukkes igen med en rolig og stigende kraft, til svejsekraften er opnået (tryk-opbygningstid), lukkefunktionen fastholdes indtil vulstopbygningen er afsluttet – ca. 15 - 20 sek.

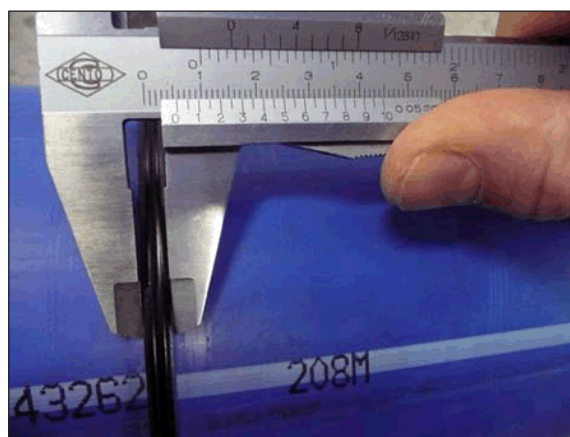


Maskinen skal kunne holde svejsetrykket under hele svejse-/køletiden.

Er det nødvendigt at justere tryk under svejse-/køletiden, er stuksvejsemaskinen efter al sandsynlighed fejlbehæftet og bør serviceres.

5.

Efter endt svejse-/køletid, aflastes trykket, og rørholderne åbnes. Røret løftes ud af maskinen. Kontroller, om svejsningen ser tilfredsstillende ud i henhold til **SBC 243, anneks E "Kriterier for visuel bedømmelse af svejste plastrør"**.



Styrken i en svejsning i **PE rør**, er ud fra destruktive afprøvninger, som trækprøver og andre afprøvninger sat til en **svejsefaktor på 0,9**, dette under forudsætning af at svejsningen er udført i et givent rør med styrken 1.

Svejsning af rørsystemer i plast

Stuksvejsning

Eksempel på trykarakteristikskema

DS/INF 70-6



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Inspektionsfirma:

Teknologisk Institut, Industri
Center for Materialeprøvning
Teknologiparken
8000 Århus C
TLF: 72 20 17 83

**RESULTATBLAD
STUKSVEJSEUDSTYR**

Fabrikat: Ritmo Delta 160 S1
Maskinnr.: JTI 885
Pumpenr.: JTI 885

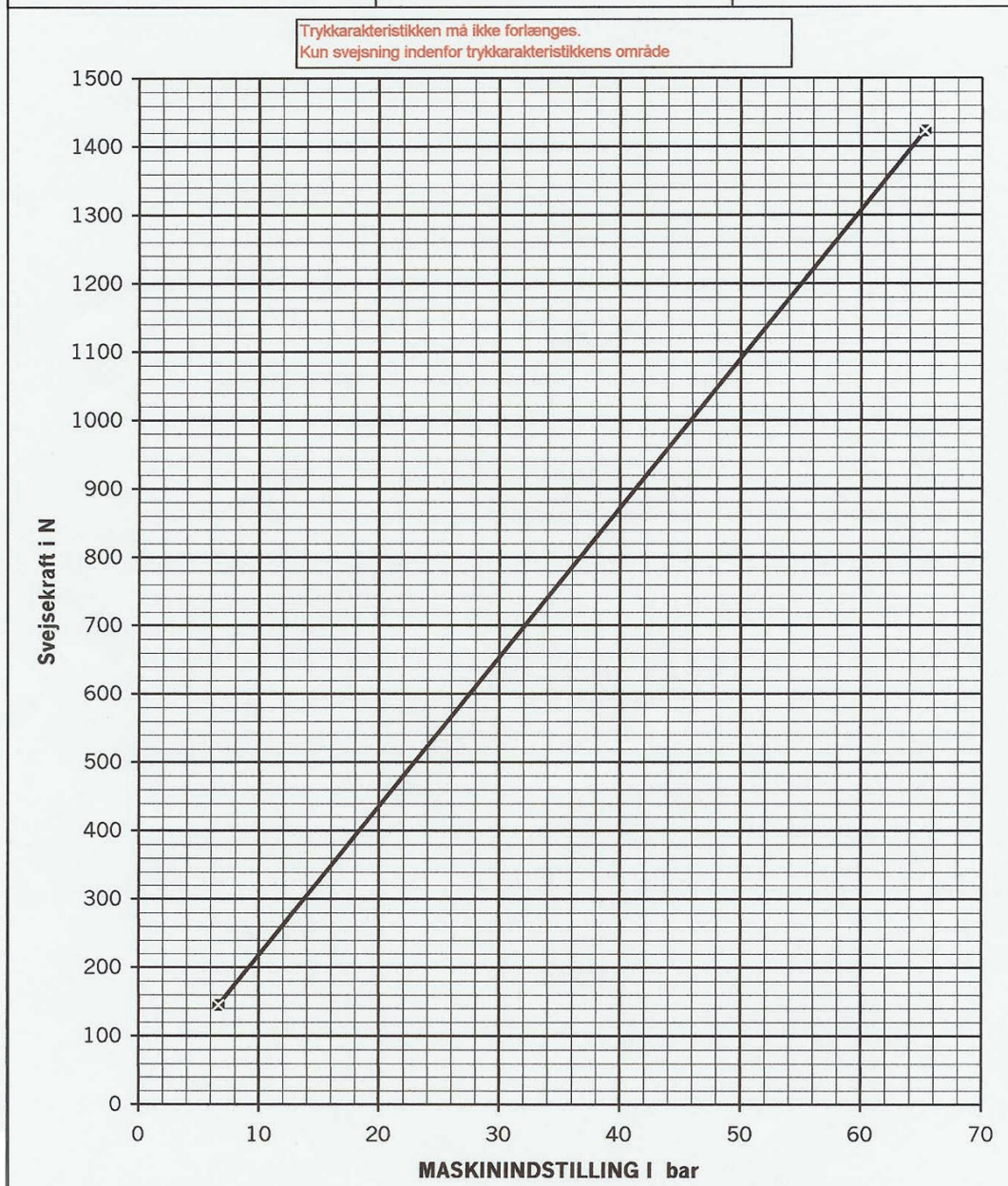
Sags nr: 1302213

Rapport nr: DTI 965

Maskinnr.: JTI 885

Dato: 03.10.2006

Bilag 2a Side 3 af 5



Som der står i det indrammede felt med rødt, må der kun svejses indenfor det godkendte trykområde.

Husk den aflæste værdi i bar skal tillægges maskinens slæbekraft i bar. Denne aflæses inden hver svejsning, i forhold til de givne omstændigheder, herunder modstand fra rørlængde, rørbukke osv.



Svejsecyklus

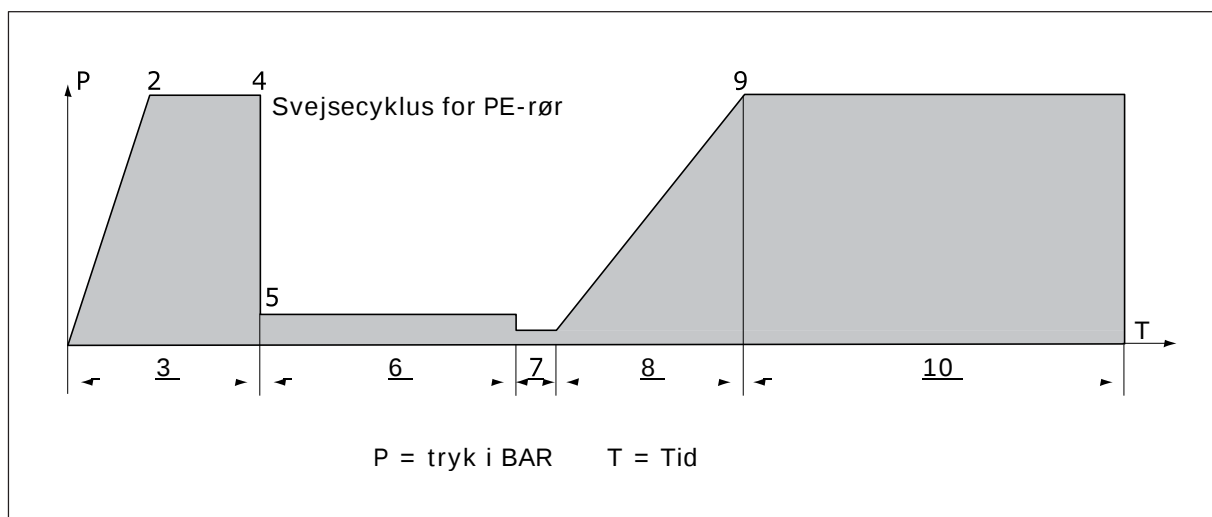
Tids- og trykforløb i en stuksvejsning

Brugervejledningens anvisninger fra producenten, i forhold til det aktuelle rørfabrikat, skal altid følges. Såfremt man følger denne, og svejsningen ikke kan overholde, den opgivne standard for vulstbredder, ifølge Teknologisk Institut, SBC 243, Anneks E "Kriterier for visuel bedømmelse af svejste plastrør", skal man kontakte rørproducenten for yderligere vejledning.

De mest velrenommerede firmaer, har Dansk Standard certifikatsvejsere ansat, med **USME certifikat, "Udvidet Stuk-, Muffe-, Elektro-svejsning"**. Disse kan give en

direkte vejledning på stedet, med en garanti for arbejdsudførelse, eller man må afkræve producenten en anden skriftlig anvisning, som skal følges, for en korrekt udførelse af arbejdet.

Det er vigtigt, at fastholde dette, for at undgå evt. erstatningskrav i en efterfølgende garanti-/erstatningssag, for det udførte arbejdes kvalitet. Husk, at du må ikke selv begynde, at ændre på svejseparametrene (tryk og varme-/sivetid), for at opnå korrekte svejsninger, i forhold til godkendelseskriterier.





Stuksvejsning

1. *Temperatur på varmespejl*
Brugervejledningens opgivne temperatur, indstilles på varmespejlet. Måles kl. 3 på spejl i forhold til rørets aktuelle diameter.
2. *Opvarmningstid med forvarmetryk*
Forvarmetryk = svejsetryk + slæbetryk i BAR. Materialer i PE 80, PEM/ PE 100 (men ikke alle fabrikater, og normalt ikke PEH rør), skal under udregnet svejsetryk tilføres varme, indtil en "forvulst" fremkommer. Svejseren er, såfremt det ikke fremgår af brugervejledning, og ved modtagelse af nye rør, selv nødt til at udføre prøvesvejsninger.
3. *Forvulst opbygges*
Størrelsen af denne eller en tid, i forhold til aktuell omgivende temperatur, kan anvendes ved yderligere svejsninger.
4. *Ønsket forvulst opnået*
Trykket på svejsemaskinen aflastes. Start stopur for varme-/sivetid, og tilføj rørenderne brugervejledningens opgivne tid. Forvarmekraft tiden skal ikke modregnes. Husk at lukke for en evt. aflastningsventil efter ca. 20 sekunder. Maskinen kan altid åbne med ventilen i "åben position", men ikke opbygge svejsetrykket før denne er lukket.
5. *Varme-/sivetryk*
Det er vigtigt, at svejsemaskinen kan fastholde det aktuelle slæbetryk under varme-/sivetiden, så rørenderne har kontakt med varmespejlet.
6. *Varme-/sivetid*
Den opgivne tid fra brugervejledningen følges.
7. *Omstillings-/omskiftningsstid*
Er tiden fra rørender frikøres fra varmespejl, dette fjernes, og til rørenderne igen har kontakt. Når varme-/sivetiden er opnået åbnes maskinen.

Ved maskiner, uden låseenhed af varmespejl, vil spejlet normalt klæbe på den ene rørende, åbn altid maskinen så meget op, at spejlet kan frigøres uden at ramme modsat rørende, ellers vil dette påvirke kvaliteten, og kunne ses i svejsevulsten.
8. *Trykopbygningstid*
Når rørenderne igen har kontakt, skal det udregnede totale svejsetryk (svejsetryk + slæbetryk), kunne opbygges indenfor en tid, som overholder brugervejledningens opgivne data. Dette igen, for at undgå rørenderne afkøles for meget (koldsvejsning), inden det totale svejsetryk er opnået.
9. *Svejse-/køletid starter*
Det totale svejsetryk er opnået og svejse-/køletiden starter.
10. *Svejse-/køletid*
Den opgivne køletid fra brugervejledningen skal følges. De svejste emner skal fastholdes i svejsemaskinen, med det gældende totale svejsetryk. I denne tid, må det svejste område ikke udsættes for påvirkninger.
11. *Kontrol/mærkning af svejsningen*
Svejsningen kontrolleres efter Teknologisk Instituts vejledning for visuel bedømmelse, SBC 243, anneks E "Kriterier for visuel bedømmelse af svejste plastrør". Såfremt, at denne kontrol, ikke kan overholde de givne data, ændres de anvendte parametre i forvulstens opbygning, eller hvis dette ikke kan løse problemet, kontaktes den pågældende producents tekniske afdeling.

HUSK:

Svejsninger og ledningsarbejder skal altid udføres efter gældende arbejdsanvisninger og brugervejledninger, så dit firma ikke efterfølgende kan pålægges et økonomisk ansvar, for sikkerhedsovertrædelser eller for kvalitetsmæssigt dårligt udført arbejde, og hvor du eventuelt også, vil kunne få inddraget dit svejsecertifikat.





Trykberegningsskema for stuksvejsning af trykrør

Navn: _

Arbejdsnr.: _

Dato: _

Svejsmaskine : _

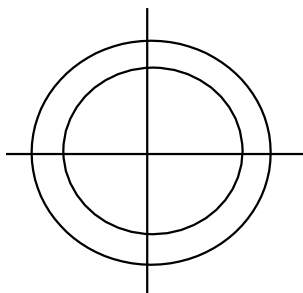
TI nr.: _

Rørfabrikat: _

Type: _

Tryktrin: PN _

SDR: _



Rørdiameter aflæst på rør D = Ø _ mm

Nominel godstykkelse aflæst på rør: _ mm

Målt gennemsnitsgodstykkelse (g)

Målt godstykkelse på 4 målepunkter

1: _____

2: _____

3: _____

4: _____

I alt : _____ : 4 g = _____ mm

Udregning af svejsekraft F: $(D - g) \times g \times \pi (3.14) \times \text{Newton pr. mm}^2$ (N/ mm² - trykfaktor)

Indsæt værdier for D, g og trykfaktor:

F = (_ - _) x _ x 3.14 x _ N/mm²

F = _ N

Tryk N/ mm ² :	PEM	0.15
	PEH	0.18
	PP	0.10
	PVDF	0.10

Svejsekraften F omsættes til bar i maskinens trykarakteristik og tillægges aflæsningen af stuksvejsmaskinens aktuelle slæbetryk

P = aflæst svejsetryk (trykarakteristik) + ma skinens slæbetryk (bar)

P = _ bar + _ bar i alt: _ bar

Brugerveiledning : Svejsetemperatur _____ °C +/- _____
Svejsekraft _____ N
Forvarmekraft _____ N indtil _____ mm forvulst eller _____ sek
Omskiftningstid _____ sek.
Trykopbygningstid _____ sek.
Varmesivetid _____ min. _____ sek.
Svejskøletid _____ min. _____ sek.

Kontrol af svejsning i flg. SBC 243 anneks E :

Vulsttolerance opgivet til: min. _____ - max. _____ mm

Målt vulstbredde: min. _____ - max. _____ mm

Max. - minimum kontrol: _____ kontrolskema udfyldt: Ja - nej

Udmåling af enkeltvulstforskel: _____ kontrolskema udfyldt: Ja - nej

Kantforskydning: max. _____ mm er kontrolleret og ok: Ja - nej

Bemærkninger: _____



Kontrol af svejsning

Totalvulst kontrol

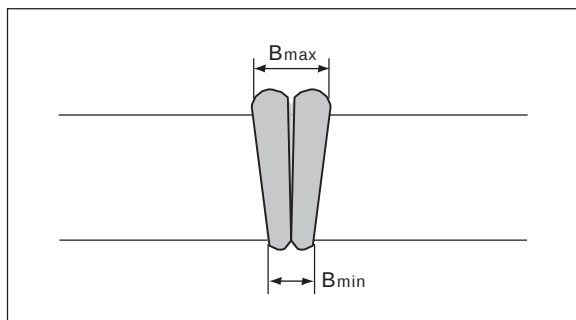
Vulstbredden B skal i følge "Den hvide" side

1.1 1 være:

fra _____ til _____.

Vulsten på det svejste rør skal overalt ligge inden for disse mål.

"Max-min" kontrol



Max-min kontrol

Mål på svejsningen og notér det *største mål*

$B_{\max} =$ _____ mm

Mål på svejsningen og notér det *mindste mål*

$B_{\min} =$ _____ mm

Udregn herefter middelvulstbredden B_m (formel):

$$B_m = \frac{B_{\max} + B_{\min}}{2}$$

Indsæt B_m :

$$B_m = \frac{\quad + \quad}{2} = \quad \text{mm}$$

$$(1) \quad \quad \times 0,8 = \quad \text{mm} \quad (1)$$

$$(2) \quad \quad \times 1,2 = \quad \text{mm} \quad (2)$$

Kontrol (1):

Vulst målt som $B_{\min}$ skal være større end (1)"

Kontrol (2):

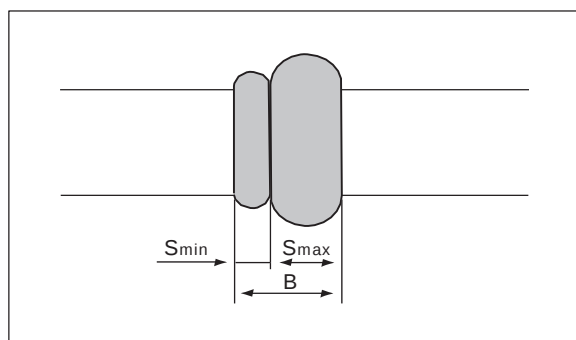
Vulst målt som $B_{\max}$ skal være mindre end (2)!



Enkeltvulst kontrol

Find det sted på svejsningen, hvor du mener der er **størst** forskel på de to enkeltvulster $S_{\max}$ og $S_{\min}$.

På dette sted måler du samtidig den totale vulstbredde **B**.



Enkeltvulst kontrol

Største enkeltvulst: $S_{\max}$ = _____ mm

Mindste enkeltvulst: $S_{\min}$ = _____ mm

Totale vulstbredde: B = _____ mm

(3)) $S_{\max} - S_{\min}$ = _____ = _____ mm (3)

(4)) $\frac{B \times 10}{100}$ = $\frac{\quad \times 10}{100}$ = _____ mm (4) (rør mod rør)

Ovenstående gælder for rør-rørsvejsning, ved rør mod formstykker (fittings) udvides tolerancen til 20 % - (20 indsættes i formlen i stedet for 10).

Rørforskydning max

10 % af godstykkelse med rør-rørsvejsninger

20 % af godstykkelse med rør-formestykke (fittings)



Lægningsvejledning

Ved lægning af trykrør af uPVC og PE gælder DS 430: Lægning af fleksible ledninger af plast i jord samt DANVA Vejledning nr. 54: Brug af plastrør til vand- og afløbssystemer.

Ledninger placeres således at de ikke medfører skadelige påvirkninger på andre ledninger eller konstruktioner og anlæg, og således at disse heller ikke påfører de nye ledninger nogen skade.

Med hensyn til afstande mellem ledninger, hensyn til andre konstruktioner og anlæg, afmærkning af ledninger samt trafikforhold og afstivning, henvises til DS 475, DS 430 og DS 415.

Udjævningslaget udlægges, løsnes og afrettes efterfølgende, så rørene understøttes jævnt.

Omkringfyldningslaget skal sikre, at røret opnår en tilstrækkelig sidestøtte, og det er derfor vigtigt med en god komprimering.

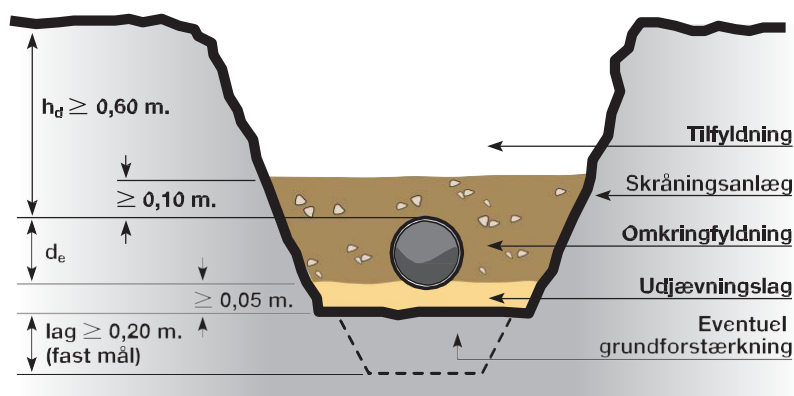
Materialer, der anvendes til udjævningslag og omkringfyldning, bør opfylde følgende kriterier:

- Kornstørrelse over 16 mm må ikke forekomme.
- Indholdet af korn mellem 8 og 16 mm må højst være 10 %.
- For PVC: Maksimal stenstørrelse i omkringfyldning er 1/10 af rørets udvendige diameter, dog max. 64 mm.
- For PE rør med beskyttelseskappe: Maksimal stenstørrelse i omkringfyldning er 1/2 af rørets udvendige diameter, dog max. 64 mm.
- Materialet må ikke være frosset.
- Omkringfyldningsmaterialet må ikke indeholde skarp flint eller tilsvarende materiale.

Tilfyldningslaget udføres på en måde, så det opfylder de krav, som konstruktionen oven på ledningen (vej, fortovej eller lignende) stiller.

Normen angiver, at jorddækningen over røret (h_d) ikke må være mindre end 0,6 meter, når der forekommer trafiklast over ledningen, med mindre der træffes særlige foranstaltninger.

Kravet om, at ledningerne lægges i frosthøjde, gør, at ledninger til fx vandforsyning normalt lægges med 1,2 meters jorddækning.



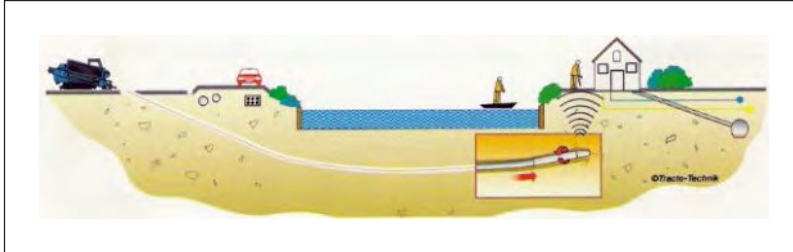
Svejsning af rørsystemer i plast

Stuksvejsning

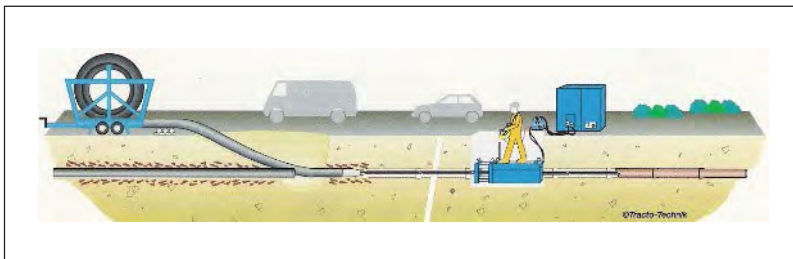


Andre lægningsmetoder ved rørarbejder

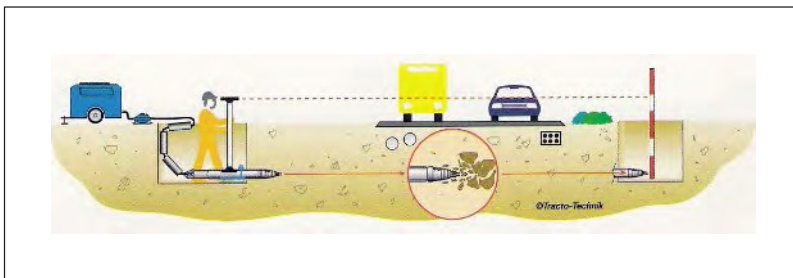
Princip for styret underboring



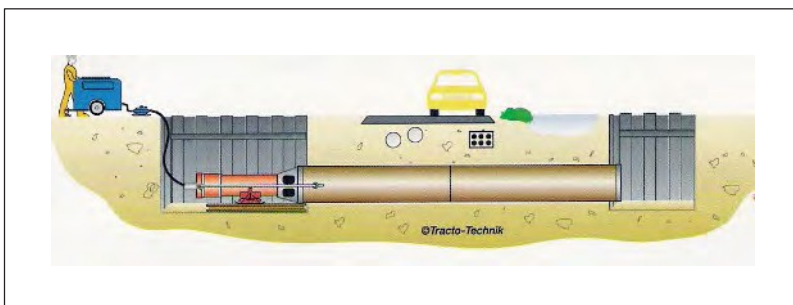
Princip for rørsprængning/bursting



Princip for Jordfortrængning/jordraket



Princip for stålrørs gennempresning



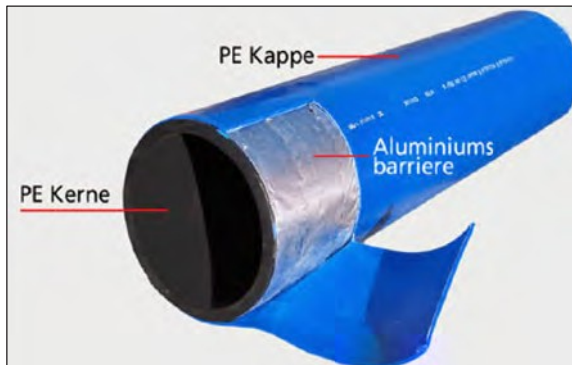


Stuksvejsning

Stuksvejsning specialrør

Nogle steder kan det være nødvendigt at skulle føre vandrør gennem stærkt forurenet jord. I sådanne tilfælde stilles der særlige krav til de pågældende rør, for at sikre drikkevandet mod forurening.

Det viste rør har en aluminiumsbarriere indbygget.



Generelt følges procedurer for stuksvejsninger.

Rørets udvendige kappe er meget kraftig, ca. 3 mm tyk, så stuksvejsemaskinen skal have specielt fremstillede bakker, for at røret kan fastspændes.

Kappen kan skæres med det viste værktøj.



Alufolien trækkes efterfølgende tilbage fra svejsestedet, rørender høvles og der svejses efter brugervejledningens anvisninger.

Efter endt svejse-/køletid fjernes udvendig vulst, og alufolie rulles på.

Svejestedet beskyttes til slut med en krympemuffe.



Stuksvejsning værksteds- maskine

Segmentsvejsning

Generelle procedurer for stuksvejsning skal følges.

Grader indstilles. Det er vigtigt, at der indstilles med halvdelen af slutvinkelen på hver rørside, ellers vil endeflader ikke kunne tilpasses hinanden korrekt.

Rør oprettes i maskinen efter afkortning.



Temperatur, høvle- og svejsetryk indstilles.



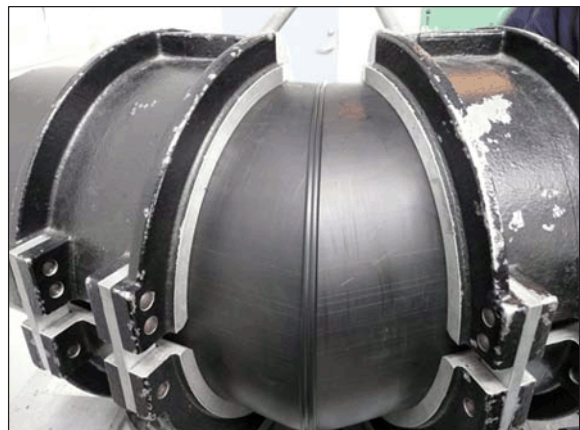
Efter afhøvling er det vigtigt at rørender har lige langt udhæng, da endefladerne vinkler ellers ikke vil være ens. Efter justering af denne afstand, skal der atter høvles.



Parallel justering af rør foretages, så disse er tilpasset i spids, top og bund. Rørholder løsnes og kan flyttes som ønsket, husk at spænde igen efter justering



Svejseprocedurer følges. Efter svejsning og endt køletid kontrolleres vulstbredde kun kl. 6 og 12, men svejsevulsten skal derudover bedømmes efter øvrige kriterier i SBC 243, Anneks E.



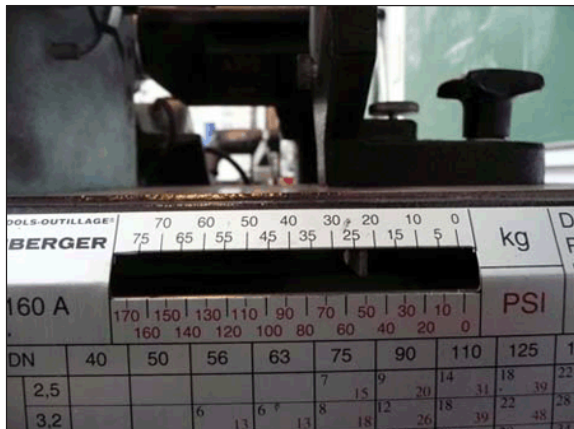


Stuksvejsning fjedermaskine



Fjedermaskinen kan anvendes i forbindelse med stuksvejsninger af **ikke tryk- / kemikaliebærende** rør. Den mest anvendte type rør, der svejdes i fjedermaskinen, er tyndvæggede (lille godstykkelser) PEHD afløbsrør.

Maskinen kan få en DS godkendt trykarakteristik, som kan vise den aktuelle Newton- (N) eller Kilogramværdi (Kg) i forhold til svejsemaskinens aktuelle visning.



Fjedermaskinen er opbygget, så man kan gennemføre svejsninger på forskellige rørdimensioner, bøjninger og andre fittings.

Fjedermaskinerne kan fås med holdeværktøjer i forskellige standardstørrelser, der normalt dækker rørdiametre op til max. Ø 160

1. Opretning af maskinen



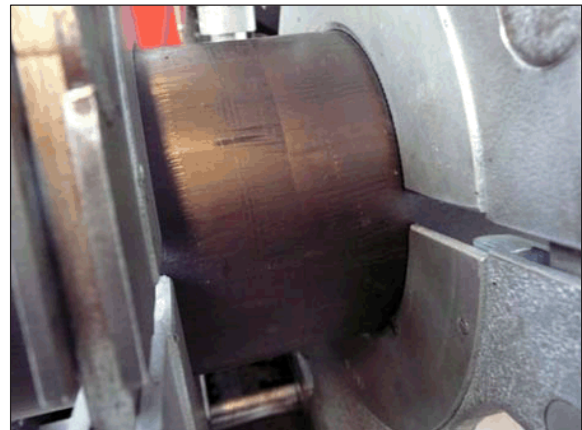
Et helt (lige) rør isættes svejsemaskinen, såfremt rørholderne ikke flugter med røret, løsnes holderens bøjninger og justeres ind.

2. Rørfittings isættes

Rør isættes, med ca. lige lang afstand til rørholderne, derefter afrettes ender ved høvling.

3. Centrering af rørender

Efter afretningen kontrolleres centrering/ kantforskydning af rørene, såfremt efterjustering på holdere er nødvendigt, høvles rørender igen efter justering.



Svejsning af rørsystemer i plast

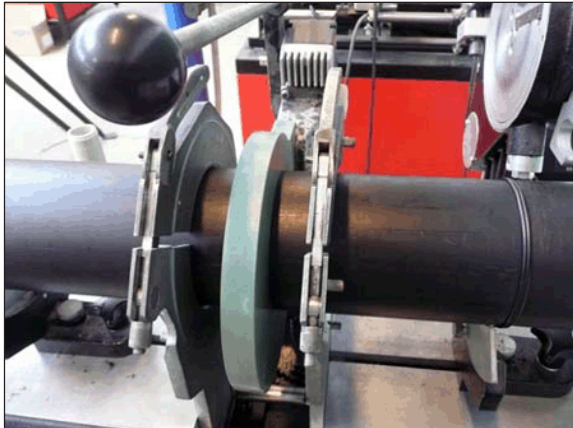
Stuksvejsning



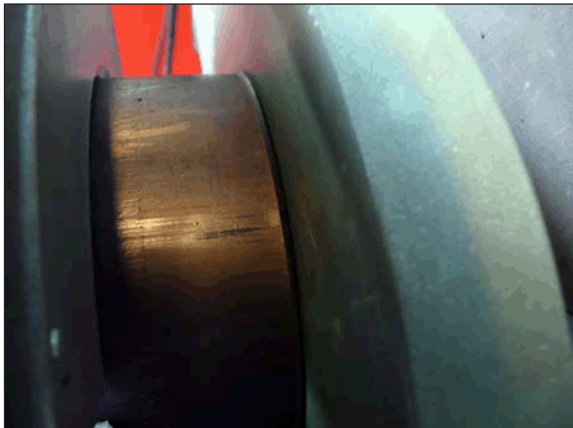
4. Varme-/sivetid

Brugervejledningens anvisninger følges.

Der er forskel på de forskellige rørfabrikanters vejledninger, i forbindelse med afviklingen af varme-/sivetiden. Nogle opgiver en opnået vulststørrelse, andre tiden i sekunder for opvarmningen, normalt anvendes der ikke en forvarmekraft/ laves forvulst på PEHD rør.

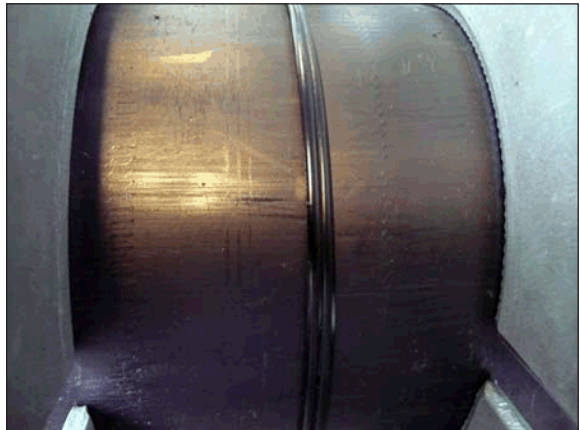
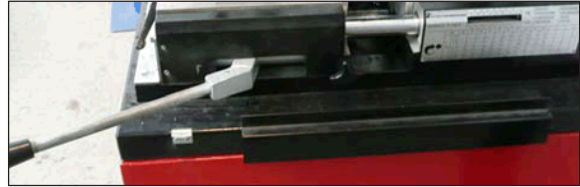


Når den ønskede varme-/sivetid er opnået fjernes varmespejlet.



5. Svejse-/ køletid

Maskinen låses fast på den opgivne/udregnede fjederspænding i svejse-/køletiden.

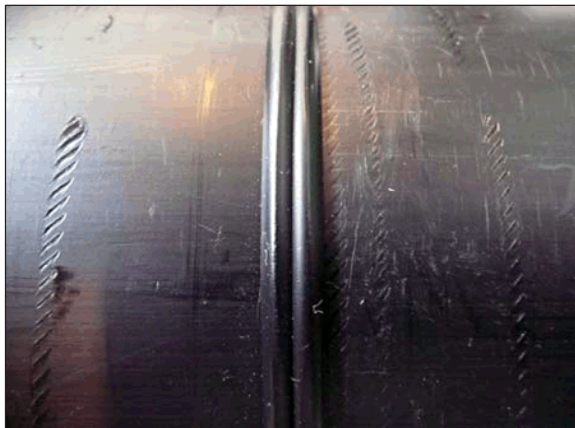




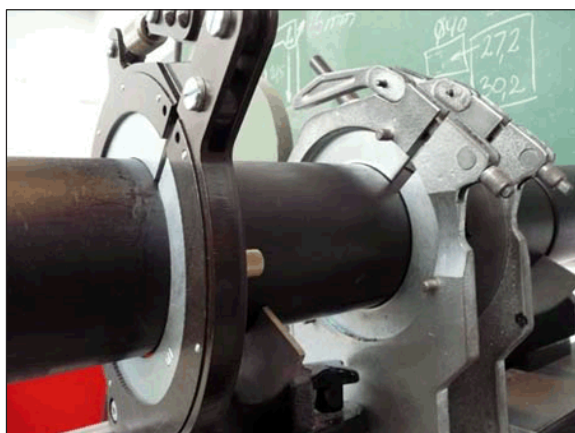
Stuksvejsning

6. Kontrol af svejsning

Svejsningen kontrolleres ifølge anvisninger i SBC 243, annek E.



Ved svejsning af rør, kan der med fordel anvendes et ekstra sæt holdere i svejsemaskinen.



Maskinens svejsespejl kan aftages og anvendes til håndstuksvejsninger.





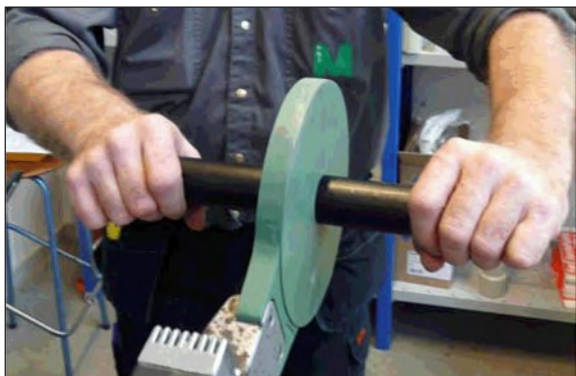
Stuksvejsning, hånd

Stuksvejsninger på trykløse og ikke kemikaliebærende rørsystemer, må udføres som håndsvejsninger.



Der er ikke nogen regler for max. dimensioner, som må håndsvejses, men realistisk vil Ø 50 nok være den øvre grænse for en korrekt udført svejsning.

For eksempel skal et Ø 110 tyndvægget afløbsrør trykkes ca. 25 kg., og fastholdes med dette tryk i svejse-/køletiden.



Rørenderne holdes trykløst mod varmespejlet i varme-/sivetiden. Der fremkommer en ca. 1,5 mm vulst under opvarmningen.



Rørenderne sammenpresses og fastholdes i den opgivne svejse-/køletid.



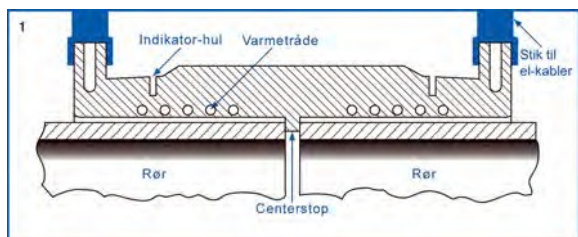
Svejsningens kvalitet kontrolleres herefter.



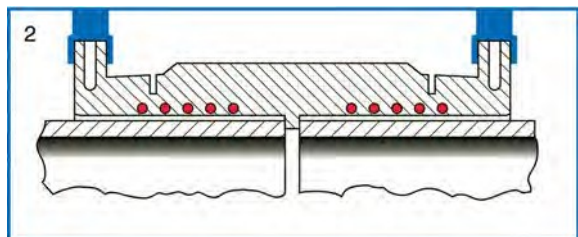
Princippet for elektrosvejsning

De følgende illustrationer viser selve processen ved en elektrosvejsning - gældende for PE trykrør - fra det tidspunkt, hvor rørenderne er sat op til svejsning og til svejsningen er fuldført.

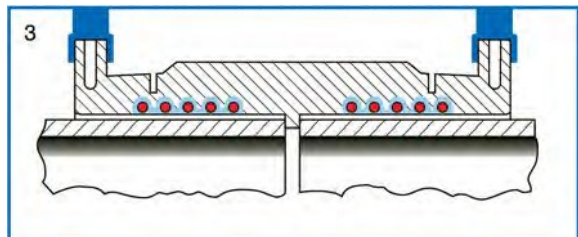
1. Klar til svejsning. De to rørdele er skubbet ind i elmuffen fra hver sin ende. Centerstoppet i midten af muffen sikrer, at de to rørdele er lige langt inde og placeret korrekt i forhold til varmetrådene.



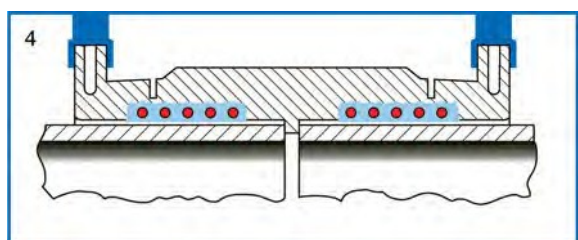
2. Varmetrådene aktiveres.



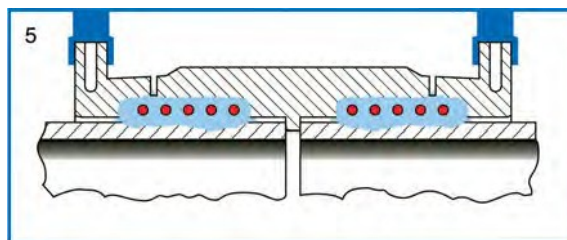
3. Materialet omkring varmetrådene begynder at smelte (det blå felt).



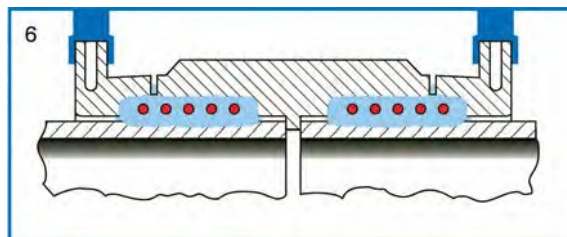
4. Smelteområdet udvides og nærmer sig selve røroverfladen.



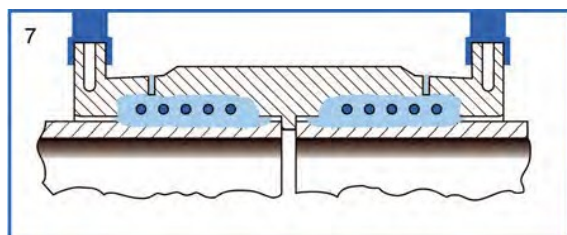
5. I takt med smelteområdets udvidelse smelter rørmaterialet også.



6. Et stykke væk fra varmetrådene er omgivelserne køligere, hvilket medfører, at det smeltede materiale stivner og derved forsegler smeltezonen.



7. Ved svejsningens ophør vil der være synligt materiale i indikatorhullerne. Det smeltede materiale stivner til én tæt og trækfast masse.





Generelt om svejsning af el-muffer

- Sørg for, at alt værktøj er rent og passer til arbejdet.
- Sørg for regelmæssig vedligeholdelse af udstyr/værktøj.
- Sørg for, at alle overflader, der skal svejses, er rene og tørre. Indesluttet vand vil kunne sprænge et hul.
- Svejs aldrig med materialetemperaturer under -15 °C uden særlige instruktioner.
- Ved svejsning i blæst eller fugtigt vejr beskyttes med læskærm eller telt.
- De frie rørender afproppes for at forhindre "lufttræk"/skorstenseffekt.
- Rør, fittings og svejsemaskine skal have samme temperatur inden svejsning.
- Kontroller brugervejledning vedr. fittings anvendelse i forhold til rørdimension og godstykkelse.
- Eventuel omsvejsning af el-fittings må kun foretages, såfremt der har været strømsvigt under svejsningen.
- Omsvejsningen må kun foretages, såfremt brugevejledningen tillader denne.
- Normalt må omsvejsning først foretages efter endt køletid, men se oplysninger i brugervejledning.



Elektromuffesvejsning af PE 80 og PE 100 uden beskyttelseskappe

Afskær rørende, så den er vinkelret på rørets centerlinje.



Fjern eventuelle grater, der måtte være forekommet ved afskæring.

Rengør rørende ind- og udvendigt med tørt, fnugfrit engangspapir for at fjerne eventuelt snavs.

Opmål og marker på rørende den korrekte indstiksdybde. Dette gøres ved at måle fra anslagstap til yderkant muffe eller ved at opmål og markere den halve muffelængde.



For at fjerne oxidhinden skrubes 0,1 mm spåner af rør til måle mærket. Dette gøres bedst med en rotationskraber eller en skarstenskaber.

Vigtigt: Undgå berøring af det rengjorte svejseområde. Rør ikke ved indersiden af elmuffen. Rørender og evt. muffe rengøres med sprit eller anden rens væske – se brugervejledning.

Bemærk: Muffen leveres i en beskyttende plastikemballage, der evt. kan bruges som "handske" for at holde svejsefladerne fri for snavs og fedtede fingre under montage af muffe på rør.

Skyd muffen ind over røret til anslag, kontrolér opmålingsmærkerne.



Gentag proceduren med den anden rørende.

Fasthold indstiksdybden og monter så vidt muligt opstillingen i korrekt opspændingsværktøj. Dette for at undgå, at rørenderne forskubber sig under svejseproceduren. Muffen skal placeres midt mellem opspændingsklammerne i værktøjet



Svejsning af rørsystemer i plast



Elektrosvejsning

Bemærk: El-muffer kan fås som skydemuffer eller med midtstop. Muffer med midtstop skal have dette fjernet, inden montering, såfremt mufferne skal anvendes som skydemuffer.

Efter endt svejsning påføres de krævede oplysninger vedr. svejsningen på muffer eller rør – læseligt oppefra.

Husk at overholde køletid.

Lad rør og muffer sidde i opspændingsværktøjet til endt køletid (se stregkode på det enkelte produkt).

OBS: Observation af svejseindikatorerne er en videre bekræftelse på en veludført svejsning.

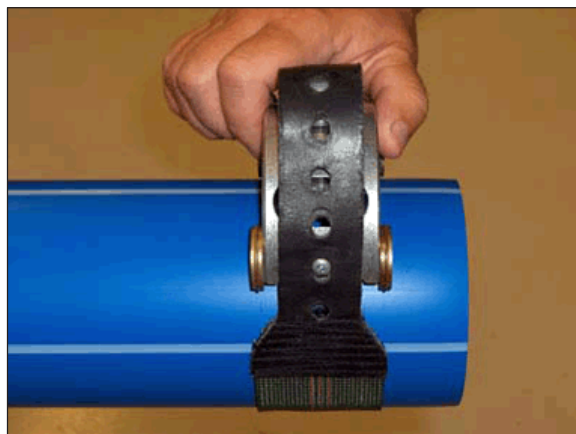


Svejsning af PE 100 med beskyttende PP kappe

Afskær rørende, så den er vinkelret på rørets centerlinje. Fjern eventuelle grater, der måtte være forekommet ved afskæring.



Opmål og marker på rørende indstiksdybden. Dette gøres ved at måle fra anslagstap (ved muffen med midtstop) til yderkant mufte eller ved at opmåle og markere den halve mufte-længde. Tillæg ekstra 10 mm til indstiksdybden for at sikre nok kappe fjernes.



Fjern kappen. Anvend specialværktøj eller specialkniv til at skære det markerede område fri. Der må ikke anvendes knive, der kan påføre røret ridser.

Fjern den markerede kappe umiddelbart inden svejsningen. Rørenden aftørres med papir og evt. sprit for at fjerne snavs.

Efter kappen er fjernet markeres den præcise indstiksdybde tre steder, så man er sikker på at kappen er fjernet langt nok ind, så indstik er muligt.



Vigtigt: Undgå enhver berøring af det rengjorte svejseområde. Rør ikke ved indersiden af muffen eller ved afkappede rørende. Rør og mufte kan om nødvendigt aftørres med tørt, fnugfrit engangspapir.

Bemærk: Muffen leveres i en beskyttende plastikemballage, der eventuelt kan bruges som "handske" for at holde svejsefladerne fri for snavs og fedtede fingre under montage af mufte på rør.

Skyd muffen ind over røret til anslag eller efter indstiksmærke, kontroller opmålingsmærkerne.



Gentag proceduren med den anden rørende.

Fasthold indstiksdybden og monter opstillingen i korrekt opspændingsværktøj for at undgå, at rørenderne forskubbes sig under svejseproceduren.

Muffen skal placeres midt mellem opspændingsklammerne.

Svejsning af rørsystemer i plast

Elektrosvejsning



Lad rør og mufte sidde i opspændingsværktøjet til endt køletid – ses på stregkode på fittings eller oplyst på svejsemaskine



OBS: Observation af svejseindikatorerne er en videre bekræftelse på en veludført svejsning.



Uddrag fra Wavins brugervejledning "Wavin PE til vandforsyning"

Procedure før og efter reparation ved hjælp af elektromuffer

1. a. Bortskær det beskadigede rørstykke, rørender skal være vinkelret afskåret.
b. Fjern eventuelle grater, der måtte være fremkommet under udskæring.
2. Opmål reparationsrørstykket. Stykket skal have vinkelret afskårne rørender og bør passe med $\pm 1,5$ mm til den afskårne rørlængde.

Ved ovale rør (mere end 1,5 %) skal det ovale rør placeres så tæt som muligt ved opspændingsværktøjet ved selve svejsningen, eller man kan skære et rørstykke af.

NB: Ovalitet beregnes:

$$\frac{2 x d_{e,max} - d_{e,min}}{(d_{e,max} + d_{e,min})}$$

3. Fjern anslagstapperne fra muffen (på Wavin elektromuffer er der ikke anslagstapper på dim. 50-63-75 mm).

Vigtigt: Der skal udvises forsigtighed, når anslagstapperne fjernes, for at undgå, at svejsetrådene skades eller tilsmudses.

4. Med anslagstapperne fjernet er det nu muligt at skubbe hele muffen ind på reparationsrørstykket.
5. For at fjerne oxidhinden skræbes rørenden til målemærket. Dette gøres fx med universalhøvl eller en skarstenskraber.

Vigtigt: Undgå enhver berøring med det rengjorte svejseområde. Rør ikke ved indersiden af muffen eller ved den skræbende rørende. Rør og muffe kan om nødvendigt aftørres med tørt fnugfrit engangspapir.

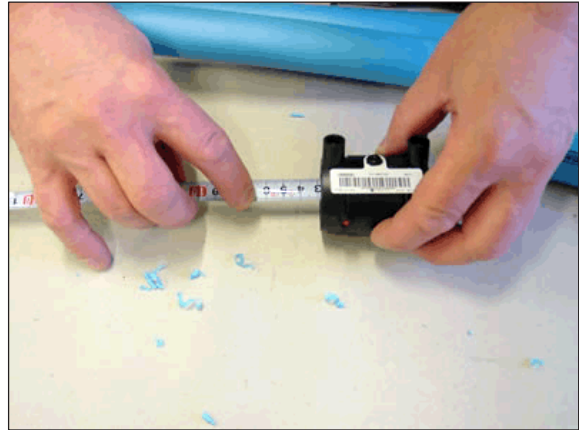
Bemærk: Muffen leveres i en beskyttende plastikemballage, der skal forblive intakt indtil brug. Denne emballage kan evt. bruges som "handske" for at holde svejsefladerne fri for snavs og fedtede fingre under montage af muffe på rør.

6. Rengør rørenderne ind- og udvendigt med tørt, fnugfrit engangspapir for at fjerne eventuelt snavs.





7. Opmål og marker på rørenderne den korrekte indstikslængde. Dette gøres ved at opmåle den halve muffelængde.
8. Placer rørstykket på reparationsstedet.
9. Skub mufferne hen over rørenderne, til de passer med de afsatte opmålingsmærker, der ikke bør afvige med mere end 1,5 mm. Gør det samme med modsatte rørende.
10. Mens indstiksdybden fastholdes, anbringes opstillingen i korrekt opspændingsværktøj for at undgå, at rørenderne forskubber sig.
Muffen skal placeres midt mellem opspændingsklemmerne.
11. Følg instruktionerne for svejsning med MSA svejsemaskiner.
Se instruktionsbøger.
12. Lad rør og muffe sidde i opspændingsværktøjet til endt køletid (se stregkode på fitting).





Procedure før og efter svejsning med el-anbringssadler på PE80 rør

1. Rengør svejseområdet med rent, fnugfrit engangspapir for at fjerne eventuelt snavs.
2. Før anbringssadlen tages ud af posen, afmærkes anbringssadlens placering på røret. Hele området skræbes for at fjerne oxidhinden. Dette gøres fx med en rotationspeeler eller en almindelig håndskraber.

Vigtigt: Undgå enhver berøring af det rengjorte svejseområde. Rør ikke ved indersiden af anbringssadlen eller ved det skræbete område på røret.

Rør og anbringssadel kan om nødvendigt aftørres med tørt fnugfrit engangspapir + 93 % denatureret sprit.

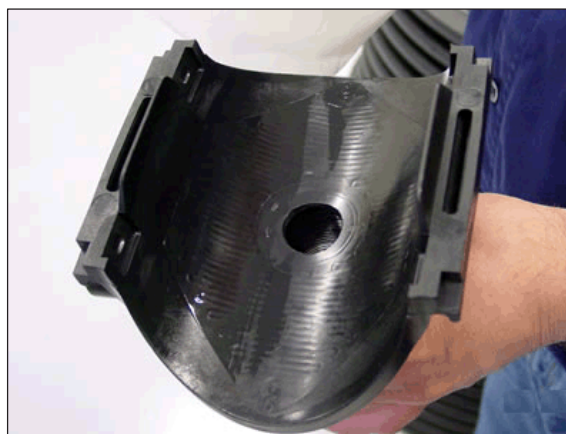
Bemærk: Anbringssadlen leveres i en beskyttende plastikemballage, der skal forblive intakt indtil brug. Denne emballage kan evt. bruges som "handske" for at holde svejsefladerne fri for snavs og fedtede fingre under montage af anbringssadlen.

3. Til Wavin's anbringssadel skal der ikke bruges noget holdeværktøj, da den er lavet af en overdel og en underdel pluto kile.

Monteringen af begge bøjledele foretages nemt ved hjælp af kileforbindelsen med stopknaster uden brug af skruer og opstillingsværktøjer.

Både overdel og underdel fastgøres nemt til røret ved hjælp af den monteringsvenlige klikeffekt. Overdel og underdel monteres således, at der er plads til at montere kilerne til stopknasterne.

Vigtigt: Hvis nødvendigt, brug kun gummihammer.





Procedure før og efter svejsning med el-anboringssadler på PE SafeTech rør

1. Fjern kappen. Anvend specialværktøj eller specialkniv til at skære det markerede område fri. Der må ikke anvendes knive, der kan påføre røret ridser. Skær altid først cirkulært på røret. Derefter i længderetningen.

Fjern den markerede kappe umiddelbart inden svejsningen. Rørenden skal aftørres med sprit for at fjerne snavs. Der er mulighed for enten at fjerne kappen hele vejen rundt på røret eller fjernkappe i selve svejsezonen.

Vigtigt: Undgå enhver berøring af det rengjorte svejseområde. Rør ikke ved svejsezonen på elektroanboringssadlen eller ved den afkappede rørende. Rør og fitting kan om nødvendigt aftørres med tørt, fnugfrit engangspapir.

Bemærk: Muffen leveres i en beskyttende plastikemballage, der evt. kan bruges som "handske" for at holde svejsefladerne fri for snavs og fedtede fingre under montage af muffe på rør.

2. Til anboringssadel skal der ikke bruges noget holdeværktøj, da den er lavet af en overdel og en underdel pluto kile

Monteringen af begge bøjledele foretages nemt ved hjælp af kileforbindelsen med stopknaster uden brug af skruer og opstillingsværktøjer.

Både overdel og underdel fastgøres nemt til røret ved hjælp af den monteringsvenlige klikeffekt. Overdel og underdel monteres således, at der er plads til at montere kilerne til stopknasterne.

Vigtigt: Hvis nødvendigt, brug kun gummi- eller plasthammer.





Påsvejsning af afgangsrør

1. Afskær rørenden, så den er vinkelret på rørets centerlinie. Fjern eventuelle grater, der måtte være fremkommet under afskæring.
2. Aftør rørenden og sadelaflangen ud- og indvendigt med tørt, fnugfrit engangspapir for at fjerne eventuelt snavs.
3. Skrab rørenden og sadelaflangen til opmålingsmærket for at fjerne oxidhinden. Dette gøres fx med universalhøvl eller en skarstenskraber. En ren klud eller en plasticpose kan anvendes til at holde sadelaflangen og rørenden fri for snavs indtil påsvejsning.

Vigtigt: Undgå enhver berøring med det rengjorte svejseområde. Rør ikke ved undersiden af muffen eller de skrabede svejseflader på sadelaflangen og rørenden. Rør og muffe kan om nødvendigt aftørres med tørt, fnugfrit engangspapir.

4. Opmål og marker den korrekte indstiksdybde. Dette gøres ved at male den halve muffelængde.
5. Skub muffen ind over sadelaflangen til anslag eller til målemærket. Kontroller opmålingsmærkerne, der ikke må afvige med mere end 1,5 mm.
6. Fasthold indstiksdybden og monter korrekt holdeværktøj, der sikrer mod forskubbelser under svejseproceduren.
7. Følg proceduren for svejsning.

NB. "Skub" ikke til opstillingen før efter endt køletid (minimum 20 minutter).

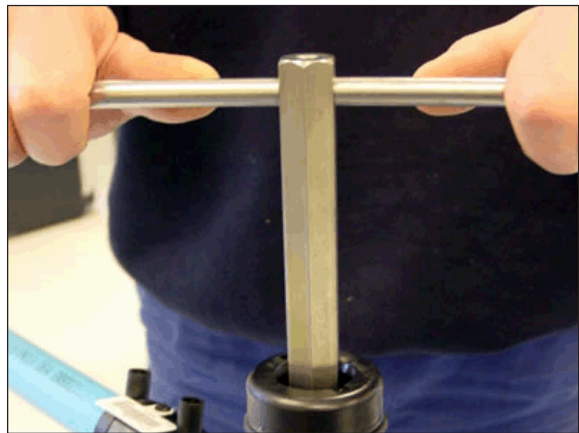




Anboring

Anboring må tidligst foretages 60 minutter efter endt svejsning, når det drejer sig om en anboring under tryk (mere end 1 bar, under 1 bar skal man mindst vente 20 minutter, før anboring kan foretages).

1. Anvend korrekt anboringsnøgle.
2. Låget skrues af anboringssadlen.
3. Anbring anboringsnøglen i det indbyggede skær og skru skæret ned til det indbyggede stop i anboringsnøglen. Der er nu boret gennem rørvæg.
4. Skru nu den modsatte vej, indtil det indbyggede stop i sadlens top er nået. Man kan ikke skrue skæret op af anboringssadlen.
5. Skruelåget spændes på kun med hånden. Nu er låget sikret, låget kan kun afmonteres med en tang på grund af denne specielle afskruningssikring ("børnesikring").





Sammenklemning af PE rør

PE80/100 rør og PE 100 rør med eller uden beskyttende PP kappe

**Brugervejledning til det pågældende rørfabrikat skal altid følges*



Visse rørtyper må ikke klemmes, andre må ikke genrundes efter afklemning.

1. Sammenklemning af PE rør skal ske med et sammenklemningsværktøj, der ved fuld sammenklemning af rør ikke lader den dobbelte godstykkelser blive reduceret til mere end 70 – 80 % (se brugervejledning), af den oprindelige godstykkelser.

Klemmeværktøjet, som kan være hydraulisk eller manuelt, skal have indbyggede stopindstillinger svarende til rørens diameter og SDR-forhold. Husk PE 80 rør med en given PN værdi, har dobbelt så stor godstykkelser, som et tilsvarende PE 100 rør.

Godstykkelser er her defineret som den max. tilladte godstykkelser i henhold til EN 12201.

Klemmerullerne skal være glatte og rene. Ligeledes skal røret være rent, både indvendigt og udvendigt, således at rørets overflade ikke beskadiges.

Det er ligeledes vigtigt, at evt. ridser på klemmestedet (ikke PP kappen) fjernes med skrabeværktøj inden afklemningen, da kærsvirkningen ellers vil kunne få røret til at revne.

2. Der skal være en mindsteafstand på $4 \times d_e$, hvor nedenstående er ledningens udvendige diameter, mellem sammenklemningspunktet og evt. fittings, hvad enten de er mekaniske eller svejste, samt hvor flere klemmeværktøjer anvendes efter hinanden.

d_e = nominal rørdiameter

3. Når ledningen ved klemmeværktøjet er blevet afskåret, anbefales det at påsvejses en slutmuffe for forsegling af rørenden. Afklemning må max. foretages i 24 timer.
4. Der må ikke udføres trykprøve mod klemmeværktøj.
5. Efter udløsningen af klemmeværktøjet skal røret inden for klemmeområdet forsynes med advarsel:
6. Røret må ikke klemmes mere end én gang på det samme sted. Afstanden til næste klemmeoperation skal være $4 \times d_e$.

NB: Ved svejsning, mens røret er sammenklemmt, skal man sikre sig, at røret er trykfrit.



Klemmestedet markeres tydeligt.



Reparation af ledningsnet

1. Dimension 20 - 560 mm (reparation med elektroskydemuffe).
2. Lækagen (bruddet) lokaliseres og fritlægges en halv til to meter på hver side af bruddet, alt efter rørets dimension og andre omstændigheder i øvrigt.

3. Klemmeværktøjerne anbringes på røret og lukkes sammen. Ved at lukke på begge sider af lækagen, sikrer man sig mod vandudslip, selvom systemet er et ringnet.

Det beskadigede rørstykke skæres ud. Afstanden fra klemmeværktøjet til den nye svejsning skal være min. 4 x rørdiameteren.

4. På hver af de fremkomne spidsender skydes en muffe ind, så den er glat med spidsender.
5. Et nyt rørstykke med nøjagtig samme **mål*** som det afskårne sættes på plads ved at skyde muffen ind på røret. Husk at måle muffens længde og afsætte det halve mål (+ 5 eller + 10 mm) med en streg på røret. Det er vigtigt, at midten af el-muffen ligger præcist, hvor rørenderne mødes. Herefter svejses el-mufferne. Husk holdeværktøj.
6. Efter endt køletid åbnes "klemmerne" langsomt og fjernes. Sammenklemningsstedet afmærkes, da det ikke er tilladt at lave sammenklemning samme sted flere gange. Reparationsstedet dækkes forskriftsmæssigt.

** (+0, -5 mm), husk så vidt muligt, at have tilpasset temperaturen på reparationsrørstykket.*

Forankringsmetode

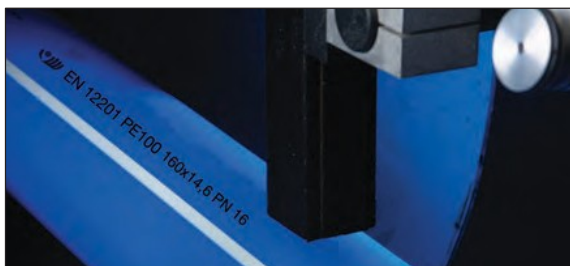
Ved overgange fra PE til andre materialer med ikke trækfaste samlinger bør man tage forholdsregler mod varmeudvidelse/sammentrækning af rørsystemet.

PE sammentrækning/udvidelse ved temperaturændringer

Det gøres bedst ved at fiksure røret umiddelbart før samlingen. Fiksering sker ved, at indmurationsflangen eller bøjlen indstøbes i en passende betonklods.



Godkendelser og produkter



Ved indgangen til 2006 ophørte **VA-mærkningen** for afløbsanlæg. Den 30 år gamle godkendelsesordning erstattes af den fælles-europæiske CE-mærkning.

CE-mærkning udstikker retningslinier for mærkning af en række produkter, før de kan markedsføres, sælges og anvendes inden for EU-landene og det europæiske økonomiske fællesskab. CE-mærkningen er dog ikke et kvalitetsmærke, og giver ikke i sig selv nogen dokumentation for produkters kvalitet.

For eksempel skal der ikke dokumenteres funktionsevne og kvalitet. CE-mærkningen er således langt fra en garanti for at bibeholde den kvalitet af vand- og afløbsprodukter, som er bygget op igennem de mange år med VA-mærkningen.

Som noget nyt skal ledningsejeren påtage sig ansvaret for vurdering af produkternes egnethed og kvalitet.

Producenten er for så vidt kun ansvarlig i forhold til de få punkter, der er omfattet af deklarationen i forbindelse med CE-mærkningen. Ledningsejeren skal derfor opstille de nødvendige kvalitetskrav til de produkter, som lægges i jorden samt kontrollere, at kravene er opfyldt.

En hjælp til dette er den nye fællesnordiske **INSTA-CERT-certificering**. Produkter certificeret efter denne ordning, er mærket "**Nordic Poly Mark**" og er kvalitetsmæssigt på niveau med de "gamle" **VA-** og **DS-**mærkede produkter.

NPM (Nordic Poly Mark)

Fra byggeriets parter er der klare meldinger om, at man ønsker at bevare en produktsikkerhed og en kvalitet, der ligger på niveau med den, der tidligere var krævet i forbindelse med DS/VA-godkendelserne. Derfor er der nu etableret en fællesnordisk certificeringsordning, som administreres af **INSTA-CERT**.

Det tilhørende mærke er **Nordic Poly Mark**, se nærmere på www.nordic-poly-mark.com



Da **CE**-mærket bliver obligatorisk, vil rørene typisk blive både **CE**-og **NPM**-mærket.

Produkter til drikkevandsforsyning mærkes desuden med **DS**-mærke som dokumentation for, at Miljøstyrelsens accept til drikkevandsforsyning er opnået.

Yderligere om **DS**-mærke for godkendelse til drikkevand, kan ses på www.danva.dk under *1.3.5 Specielle krav til rør til drikkevandsforsyning*.

Det er dog ikke tilladt i et udbudsmateriale at kræve et specifikt produkt, mærkning eller stille krav om, at producenten er medlem af en kontrolordning. I stedet skal bygherren redegøre for produkternes ønskede kvalitet.

"Standardudbudsmateriale for ledningsnet", som kan findes på DANVA's hjemmeside under www.danva.dk/plastroer, kan anvendes som hjælp til lodsejer, bygherre, entreprenør og øvrige involverede parter i forbindelse med, at vælge produkter af den rette kvalitet.

Der vil fremtidigt fortsat være store investeringer i såvel nyanlæg som fornyelser af hele infrastrukturens meget omfattende ledningsanlæg. Investeringer, hvor bygherrer bør stille krav om sikker funktion, lang levetid og miljørigtige forhold. Faktorer, som alle stiller krav til en høj kvalitet i materialevalg og til arbejdets udførelse.

En forudsætning for dette er, at alle involverede parter bidrager konstruktivt i forbindelse med kvalitetskrav ved etablering/renovering af ledningssystemer, på såvel vand- som afløbssiden.

Et sådant samarbejde skal bygge på en fælles opfattelse af kvalitet i alle faser indenfor:

- Produkter
- Projektering
- Installation



Ledningsdrift

Et ledningssystems levetid afhænger af en lang række forhold – lige fra materialer og installation til de forskellige påvirkninger af ledningssystemet i hele driftsperioden.

Først er der valg af materiale til rør, formstykker, brønde mv., og kvaliteten af de valgte materialer. Derefter skal der fokuseres på kvalitets- og produktionskontrol af de enkelte produkter, efterfulgt af tilsvarende kontrol i forbindelse med projekteringen og installationen.

I den lange driftsperiode er de afgørende faktorer: Det omgivende miljø, transportatet, de mange forskellige påvirkninger fra jorden, trafikken, grundvandet og eventuelt indvendigt tryk samt påvirkninger af kemisk og termisk art etc.

Ved ledningsarbejder i nærheden af eksisterende anlagte ledninger skal der tages særlige hensyn til disse, så installationen ikke forringes.

Produkter, der er **DS** eller **INSTA-CERT-certificeret** (mærket med **Nordic Poly Mark (NPM)**), opfylder materialekrav og produktionskvalitet, der giver sikkerhed for lang levetid.

I det følgende gennemgås de krav, som skal opfyldes, når en producent arbejder efter de nationalt og internationalt anerkendte standarder og regler for produktion af rør, formstykker, brønde m.v. for at opnå en høj kvalitet og lang levetid. Desuden gennemgås de forskellige former for mærkning af plastprodukter, ligesom der gives en række tekniske data om de aktuelle produkter.



Standarder, godkendelser mv.:

CE:

Den europæiske kommissions mærke for overensstemmelse med de såkaldte essentielle krav; jf. Byggevaredirektivet.

DANAK:

Dansk akkrediteringsorgan.

DIN:

Tysk standard (Deutsche Industrie Norm).

DIS:

Forslag til international standard (Draft International Standard).

DS:

Dansk Standard, samt deres kvalitetsmærke.

DS/EN:

Europæisk standard udgivet i Danmark (Europa Norm).

ETA:

European Technical Approval.

INSTA-CERT:

Fællesnordisk certificeringsorgan bestående af DS, NEMKO, SFS og SP.

ISO:

International Standard (International Organization for Standardization).

MRS:

Minimum required strength.

NCS:

NEMKO Certification System, det tidligere Norsk Standard.

NEMKO:

NEMKO Certification System, det tidligere Norsk Standard, (NCS).

NKB:

Den nordiske komité for bygningsbestemmelser.

NPM Nordic Poly Mark:

Kvalitetsmærke for INSTA-CERT-certificerede produkter.

PE:

Polyethylen.

PP:

Polypropylen.

PVC-U:

Uplastificeret poly vinylchlorid, (ikke tilsat blødgørere).

SBC:

Særlige Bestemmelser for Certificering i Danmark.

SDR:

Standard Dimension Ratio, forholdet mellem udvendig diameter og godstykke.

SFS:

Finsk certificeringsorgan.

SP:

Svensk certificeringsorgan.

VA:

Godkendelses-/kvalitetsmærke fra ETA-Danmark (tidligere Boligministeriets godkendelsessekretariat for Vand- og Afløbsmateriel).

Da anlægsomkostningerne i dag er meget høje, kalkulerer de fleste ledningsejere med, at deres anlæg, skal have en meget lang levetid. For plastrørssystemer er det typisk en levetid på mindst 100 år. Omkostningerne til rør og formstykker udgør kun en lille del af de samlede omkostninger.

Derfor er det totaløkonomisk en fordel, at vælge rør og formstykker, af høj kvalitet.

Med indførelse af **EUs Indre Marked** har ledningsejeren ikke længere mulighed for at kræve, at de produkter, der installeres, er omfattet af en godkendelses- eller certificeringsordning, og den dermed følgende sikkerhed for et minimum af kvalitetsniveau.

Dette betyder, at ledningsejeren nu i detaljer skal specificere og kontrollere, hvilke krav der skal stilles til produkterne.

Det er mere vigtigt end nogensinde, at kende de tekniske specifikationer på de rør- og formstykke materialer man anvender, da EU's CE-mærkning erstatter de gamle certificerings- og godkendelsesordninger (DS/VA). CE-mærkningen er IKKE en kvalitetsmærkning.

Der er i dag en række EN-standarder, som dækker de forskellige plastrørssystemer på markedet.



Godkendelser og produkter

Plastrørsproducenter kan vælge at følge disse EN-standarder, EN-standarderne er et resultat af forhandlinger mellem repræsentanter for de europæiske lande.

Kravene i disse standarder er ikke alle på højde med de gamle **VA/DS-standarder**, hvor specielle danske forhold er taget i betragtning.

Hvis der ønskes en høj grad af sikkerhed for problemfri installation og lang levetid, er der behov for, at stille yderligere tekniske krav til rørsystemerne.

De nordiske certificeringsorganer har i samarbejde med brugerorganisationer, prøvningsorganer og producenter udarbejdet **Nordic Poly Mark (NPM)**.

Denne mærkning er en frivillig certificeringsordning, som sikrer rør på samme kvalitetsniveau som de tidligere DS/VA-godkendte systemer.

I henhold til EU-udbudsdirektivet må bygherren ikke kræve, at rør og formstykker skal være omfattet af en certificeringsordning.

Bygherren kan derimod opstille tekniske specifikationer for rørsystemets komponenter.

Henvisninger

- DS 430 »Lægning af fleksible ledninger af plast i jord«. 2. udgave - April 1986
- DS 439 »Vandinstallationer«. 3. udgave - Juni 2000
- DS 455 »Tæthed af afløbssystemer i jord«. 1. Udgave - Januar 1985
- DS 475 »Norm for etablering af ledningsanlæg i jord«. - Marts 1995
- DS/EN 1452 uPVC-rør »Trykrør & formstykker af uplastificeret polyvinylchlorid (PVC-U) for vandforsyning
- DS/EN 1610 »Lægning og prøvning af rør til afløbssystemer«. 1. udgave - September 1998
- DS/EN 12201 PE-rør »Trykrør af polyethylen (PEL,PEM,PEH) for vandforsyning«.
- ISO 4422: 1996-97 »Pipes and fittings made of unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-U) for water supply – Specifications«.
- ISO 4427: 1996 »Polyethylene (PE) pipes for water supply«
- DS/ISO/TR 10358: 2002 »Plastics pipes and fittings – combined chemical-resistance classification table«
- VAV Publikation P 41 »Förankring av markförlagda tryckledningar« Förankringstyper, Dimensionering, Utförande. August 1979
- VAV Publikation P 47 »Avloppspumpstationer. Dimensionering, utformning och drift«. Marts 1984
- VAV Publikation P 58 »Tryckslag i VA-anläggningar. Orsaker, beräkningsmetoder, skyddsåtgärder, mätningar«. September 1988
- Lars-Eric Janson and Jan Molin: »Design and Installation Of Buried Plastics Pipes«. Wavin Januar 1991, ISBN 87-983636-0-3
- »Vejledning nr. 54 - Brug af plastrør til vand- og afløbssystemer«. DANVA, Uponor A/S, Nordisk Wavin A/S og KWH Pipe A/S. Juli 2006



Sammenligning af krav indeholdt i de forskellige ordninger

++	indeholdt på nuværende niveau
+	indeholdt, men på lavere end nuværende niveau
-	ikke indeholdt
ej rel	ikke relevant for applikationen
dekl	fabrikant deklareret værdi kræves

- [1] Fabrikanten bestemmer selv omfanget af den interne kontrol.
- [2] Reaktion over for ild kan blive underkastet tredjeparts kontrol afhængigt af klassificering.
- [3] Vandkvalitet vil formentlig blive omfattet af tredjeparts typeprøvning og kontrol.
- [4] Toksiske krav i forbindelse med CE-mærkning er stadig under diskussion, så niveauet i forhold til de eksisterende krav i DK og FIN kendes ikke.

Tabel 1.1: Sammenligning af krav indeholdt i de forskellige ordninger.

Beskrivelse/egenskaber	Tidligere ordning		CE-mærkning		INSTA-CERT Nordic Poly Mark	
	Afløb	Tryk	Afløb	Tryk	Afløb	Tryk
Produktcertificering:						
Typeprøvning tredjepart	++	++	-	-	++	++
Intern kontrol	++	++	+ [1]	+ [1]	++	++
Ekstern kontrol tredjepart	++	++	- [2]	- [3]	++	++
Materialer:						
Densitet, PE/PP/PVC-U	++	++	-	-	++	++
Smelteindeks, PE/PP	++	++	-	-	++	++
Termisk stabilitet, PP/PE	++	++	-	-	++	++
K-værdi, PVC-U	++	++	-	-	++	++
Blødgøringsstemperatur, PVC-U	++	++	-	-	+	++
Langtidstrykstyrke	Ej rel	++	Ej rel	+ dekl	Ej rel	++
Produkt:						
Dimensioner	++	++	dekl	dekl	++	++
Udseende	++	++	-	-	++	++
Mærkning	++	++	-	-	++	++
Overfladebeskaffenhed	++	++	-	-	++	++
Dimensionsstabilitet	++	++	-	-	++	++
Termisk stabilitet	++	++	-	-	++	++
Slagprøvning	++	++	-	-	++	++
Stivhed	++	Ej rel	dekl	-	++	Ej rel
Trykprøve	++	++	-	+	++	++
Methylenklorid, PVC-U	++	++	-	-	++	++
Vejrbestandighed	Ej rel	++	-	-	Ej rel	++
Systemet:						
Samlingers tæthed	++	++	+ dekl	dekl	++	++
Modstand mod kombineret jordbelastning og høj temperatur (BLT) (rør i jord)	++	Ej rel	-	Ej rel	++	Ej rel
Cyklustest ved forhøjet temperatur (rør i bygning)	++	Ej rel	++	Ej rel	++	Ej rel
Toksiske krav	Ej rel	++	Ej rel	[4]	Ej rel	++



Mærkning

Eksempler på mærkning

Uponor teknisk håndbog

Nedenstående angiver Uponors mærkning af trykrørssystem PE80.

Mærkningen af Uponor trykrørssystem PE80 drikkevand

uponor PRESSURE WATER PE80 40x2,4 PN 8 SDR 17  EN 12201   ② 03 2008 1234 m					
uponor	PRESSURE WATER	PE80	40x2,4	PN 8	SDR 17
Producent	Anvendelse: trykrør til drikkevand	Materiale: polyethylen	Dimension og min. godstykkelse	Tryktrin	Forholdstal
	EN 12201	 	②	03 2008	1234 m
Nordic Poly Mark	Produktstandard	Drikkevands- godkendelse	Produktionsenhed ② = Hadsund	Produktionstids- punkt uge/år	Metermærkning

Mærkningen af Uponor trykrørssystem PE80 spildevand

uponor PRESSURE SEWER PE80 40x2,4 PN 8 SDR 17  EN 13244 ② 03 2008 1234 m					
uponor	PRESSURE SEWER	PE80	40x2,4	PN 8	SDR 17
Producent	Anvendelse: trykrør til spildevand	Materiale: polyethylen	Dimension og min. godstykkelse	Tryktrin	Forholdstal
	EN 13244	②	03 2008	1234 m	
Nordic Poly Mark	Produktstandard	Produktionsenhed ② = Hadsund	Produktionstids- punkt uge/år	Metermærkning	

Svejsning af rørsystemer i plast

Godkendelser og produkter



Mærkingen af Uponor trykrørsystem PE80 gas

uponor GAS PE80 63 x 5,8 SDR 11  EN 1555 PE/b ② 13 2007 1234 m GAS					
uponor	GAS	PE80	63 x 5,8	SDR 11	
Producent	Anvendelse: gas	Materiale: polyethylen	Dimension og min. godstykkelse	Forholdstal	Nordic Poly Mark
EN 1555	PE/b	②	13 2007	1234 m	GAS
Produkt-standard	Materiale: polyethylen/kode	Produktionsenhed ② = Hadsund	Produktionstidspunkt uge/år	Metermærkning	Anvendelse

Standard Dimension Ratio (SDR-værdi)

SDR-værdien beskriver forholdet mellem udvendig diameter på røret og godstykkelsen.

Ved at anvende SDR sammen med materialetype fås en mere entydig beskrivelse af tryktrin uden at skulle kende noget til sikkerhedsfaktorer.

$$SDR = \frac{\text{Nominel diameter}}{\text{Minimum godstykkelse}}$$

Sigma [σ] er lig med dimensionerende spænding for det pågældende materiale.

PN-værdien angiver det nominelle tryk. Højest tilladelige arbejdstryk i bar ved 20 °C middeltemperatur – dimensioneret ud fra 50 års kontinuerligt tryk.

Eksempel for ø50 PE80 PN 12,5-rør

$$SDR = \frac{D_y}{e} = \frac{50}{4,6} \Rightarrow SDR 11$$

Oversigt over SDR og trykklasse

Trykklasserne gælder for drikkevand og trykafløbsrør.

Materiale	σ	SDR	
Betegnelse	MPa	17	11
PE80	6,3	PN 8	PN 12,5
Vejledende stivhed kN/m ²		15	56



Godkendelse af plastmaterialer til drikkevandsrør og -fittings

1. Rørfabrikanten beslutter sig for hvilken råvare denne ønsker, at producere sine produkter af.

Typisk for PE er det en leverandør og et handelsnavn.

Typisk for uPVC er det en leverandør af uPVC-råvaren og en leverandør af stabilisatorpakke (farvestof og kridt).
2. Rørfabrikanten meddeler kombinationen af råvarefabrikant(er) og handelsnavn(e) til Dansk Toxikologi Center (DTC) med anmodning om undersøgelse med henblik på drikkevandsgodkendelse.
3. DTC kontakter råvarefabrikanten(erne) og får, under fortrolighed, oplysninger om råvarernes specifikke kemiske sammensætning.

(Rørfabrikanten kender ikke den specifikke kemiske sammensætning i detaljer)
4. Ud fra kendskabet til den kemiske sammensætning vurderer DTC, om der findes, eller via kemiske processer kan dannes stoffer, som er uheldige eller uønskede i forbindelse med drikkevand.
5. Hvis dette er tilfældet undersøges stoffernes grænseværdier, og i hvilke mængder de indgår i rørmaterialet.
6. DTC udarbejder forslag til prøvningsprogram. Som standard testes for smag og lugt, TOC og turbiditet. Ud fra resultatet vurderer DTC, om der skal analyseres for andre stoffer, fx Phenoler.
7. DTC sender forslaget til Miljøstyrelsen (MST) sammen med en redegørelse for baggrunden for deres forslag.
8. MST vurderer forslaget og meddeler enten accept af programmet eller hvilke korrektioner der kræves for accept af programmet.
9. Det af MST godkendte prøvningsprogram sendes til rørfabrikanten.
10. Rørfabrikanten gennemfører prøvningen på et anerkendt prøvningsinstitut, i henhold til vedtagne prøvningsmetoder for de enkelte elementer i prøvningsprogrammet.
11. Prøvningsresultaterne sendes til MST via DTC. Her vurderes om resultaterne er tilfredsstillende for accept af materialet til brug for drikkevandsrør.
12. MST meddeler rørfabrikanten accept/ikke accept af materialet. I tilfælde af accept kan rørfabrikanten så, om ønsket, fortsætte med opnåelse af DS certifikat eller VA godkendelse.
13. DS/VA-godkendelse kan ikke opnås uden accepten fra MST.
14. Hvis en eller flere andre rørfabrikanter beslutter sig for at benytte samme råvare i forbindelse med drikkevandsrør, skal de, hver især, gennem hele den beskrevne procedure.



Prøvningsprocedure

Der foretages i princippet to forskellige prøver:

1. En smags- og lugtprøve.
2. En kemisk analyse efter de kemikalier, der er specificeret i prøvningsprogrammet. Forbehandling af røret og ekstraktionsproceduren er ens for de to prøveprincipper og forgår i henhold til DS/EN 852-1.
 1. Røret fyldes med vand og står i 24 timer ved 23 °C.
 2. Herefter skylles med rent vand i 1 time.
 3. Røret fyldes med prøvevand og står i 72 timer ved 23 °C for koldtvandsrør, og 24 timer ved 60 °C for varmtvandsrør. Dette kaldes 1. ekstraktion.
 4. Røret tømmes og proceduren gentages for anden, tredje osv. ekstraktion.
 5. Vandet fra første og tredje (samt evt. 6 og 9.) ekstraktion anvendes til prøvning.

Kvalitetssikring

I DS-certificeringsordningen for drikkevandsrør, indgår det specifikke materiale som en del af ordningen. Kun materialer, der positivt er godkendt i følge proceduren beskrevet i bilag 1 og bilag 2, må anvendes i produktionen.

Producentens interne kvalitetssikringssystem skal sikre, at kun godkendte materialer anvendes. I forbindelse med ordningen kræves uafhængig tredjeparts kontrol, som f.eks. Teknologisk Institut.

Ud over en række tekniske elementer kontrolleres om producenten har overholdt og gennemført de prøvninger og foranstaltninger, herunder udelukkende brugt godkendte råvarer, som han, ifølge ordningen, er forpligtet til.

Følgende standarder bliver brugt i kvalitetssikringen:

- INSTA SBC 12201 for PE
- INSTA SBC 1452 for uPVC

Godkendelser: PE-trykrør

Danmark, Norge, Sverige og Finland

Rørene produceres og certificeres efter DS/EN 12201-2 med tilhørende INSTA og mærket med Nordic Poly Mark og DS.

I øvrigt lever PE-rørene op til kravene i bl.a. ISO/DIS 4427.



Kontrol og afprøvningsmetoder

Metoderne til afprøvning af svejsninger og konstruktioner af plastrør eller plastmaterialer inddeles i ikke destruktiv afprøvning, hvor kontrollen udføres uden at skære emnet op og destruktiv afprøvning, hvor emnet opskæres for kontrol.

Ikke destruktive afprøvningsmetoder:

- Trykprøvning
- Gnisttest
- Røntgen
- Ultralyd
- Visuel kontrol
- TV-inspektion – primært anvendt på afløbsside

Destruktiv afprøvning:

- Mikrotomsnit
- Bøje og trækprøve
- Slagtrækprøve
- Faldtest

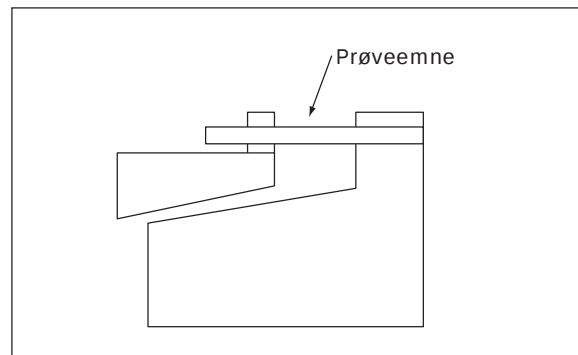
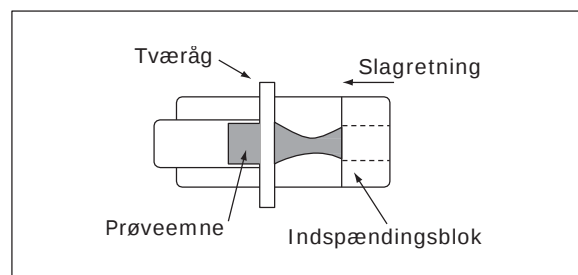
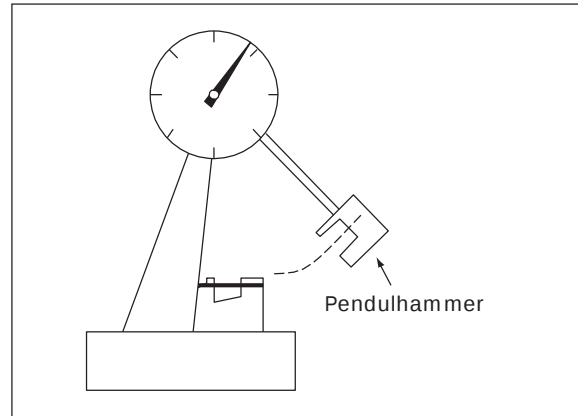
Afprøvningsmæssigt er de mest anvendte metoder trykprøvning, gnisttest og visuelkontrol. Sidstnævnte er officielt anerkendt, som garant for at de udførte rørsvejsninger kan godkendes.

Man vurderer kvaliteten ud fra vulstens udseende og bredde, som foreholdes oplysningerne i SBC 243, Anneks E for rørs vedkommende. Svejsninger indenfor varmluft-/ekstrudersvejsning mm. vurderes ud fra SBC 243, Anneks F.

Termoplastmaterialerne er generelt lyd-, lys-, og svingningsdæmpende samt isolerer godt overfor varme og elektrisk gennemslag, så det er forbundet med visse problemer, at anvende røntgen og ultralyd, som afprøvningsmetode. Ligeledes er udstyret meget dyrt i anskaffelse samt i brug, specielt for røntgens vedkommende.

Under destruktive afprøvninger anvendes specielt **mikrotomsnit**, hvor en tynd skive udkæres af svejsningen, og vurderes med henblik på, om **trykket i svejsningen** har været i orden.

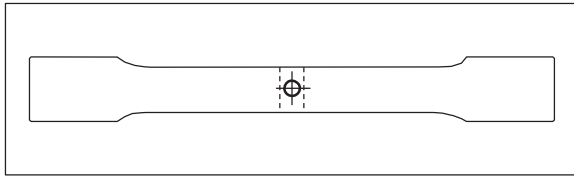
Slagtrækprøven anvendes til at undersøge om svejsefaktoren i eksempelvis stuksvejsninger kan overholdes.



Udstyr for slagtrækprøvning

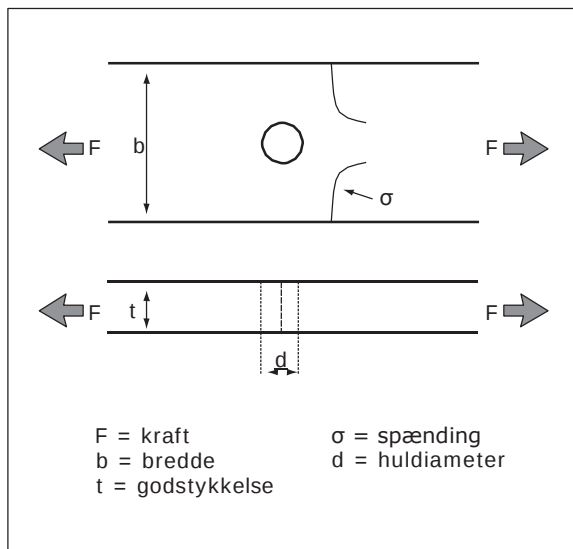


Emnet, der skal prøves, udformes som en "prøvestav" med et hul bores i midsten af svejsezonen - for at sikre, at det er svejsningen, der brydes.



Hullets placering i prøveemnet

I prøvestaven er anvendt et huldiameter/prøveemne med breddeforhold på ca. 0,3. Dette skulle give en optimal spændingsfordeling i svejsezonen.

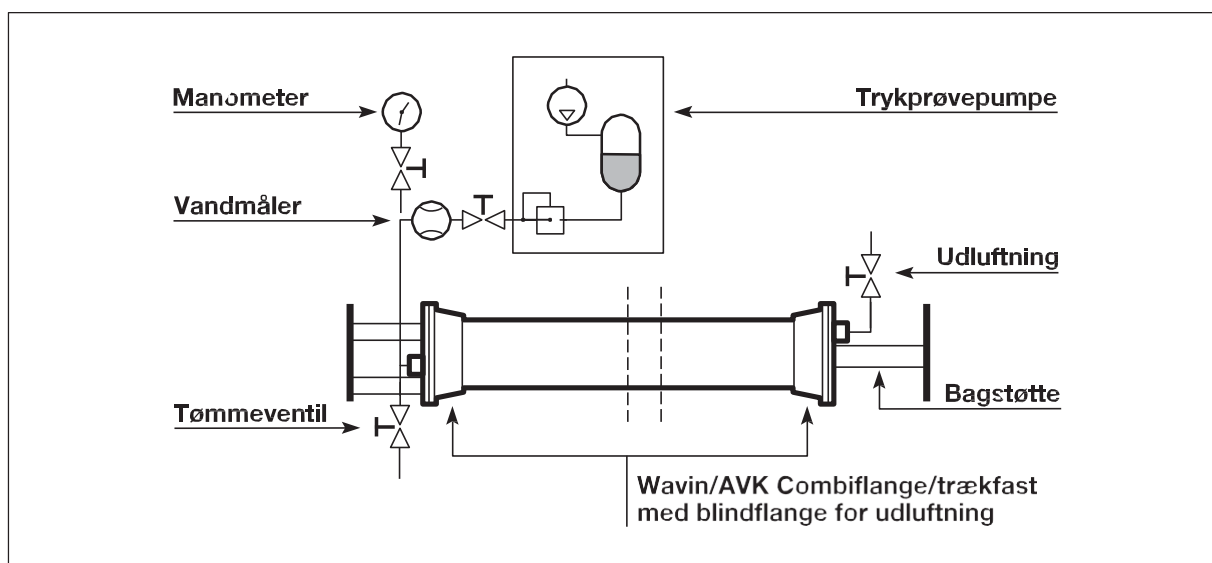


Spændingsfordeling

Ved en sådan prøve "slås" først en referencestav, udtaget fra sammen enme som det, der skal prøves - dog uden svejsning. derefter "Slås" den svejste stav. Ved at sammenligne disse to resultater kan man danne sig et godt billede af svejsningens styrke.



Trykprøvning



Trykprøvning af UPVC/PE-trykledning

Før en PE-trykledning tages i brug (afleveres til bygherren), kan den trykprøves.

Trykprøvningen kan fx udføres iht. DS 455. Såfremt trykprøvning kræves, bør den indgå som en del af projektet, og her bør følgende forhold iagttages:

1. Længdeprofilen (tracheen) projekteres jævnt stigende af hensyn til udluftning.
2. I alle toppunkter monteres udluftning (manuel - automatisk) - en korrekt placering er medstrøms lidt efter toppunktet.
3. Der etableres afspærringsmuligheder, således det er muligt, at trykprøve ledningen etapevist.
4. Begyndelses- og slutpunkterne på ledningen udføres således, at der er mulighed for tilslutning af henholdsvis påfyldningsstuds på det laveste punkt og udluftning på det højeste punkt.
5. Bøjninger, tee-stykker, reduktioner, ventiler, slutmuffer mv. forankres for det forøgede prøvetryk.
6. Af projektbeskrivelsen bør fremgå, hvilke krav den projekterende stiller til en eventuel trykprøvning, således at den udførende har mulighed for under arbejdets gang, at træffe de foranstaltninger, som en trykprøvning kræver.
7. Valg af rørmateriale bør foretages under henvisning til DS 430 og DS 475 og producentens anvisninger.

Hvis disse ting er i orden, bliver næste punkt den rent praktiske udførelse af arbejdet, og her kan følgende medvirke til en problemfri trykprøvning:

- Korrekt transport, lagring og håndtering af rør og formstykker.
- Korrekt udgravning, nedlægning, tilfyldning og komprimering.
- Korrekt anvendte samlemidler og samlemetode.

Entreprenøren kan gøre brug af rørproducentens vejledning og montørassistance ved projektets start.

Alle disse ting har hver for sig indflydelse på det endelige projekt, og det er derfor vigtigt, at de overholdes.



Fremgangsmåde for trykprøvning af rørsystemer

Nedenfor er angivet fremgangsmåde for trykprøvning af rørsystemer. Fremgangsmåden følger Dansk Ingeniørforenings norm for tæthed af afløbssystemer i jord, DS 455, 1. udgave Januar 1985.

Før trykprøvningen udføres følgende:

1. I alle ender af systemet monteres en slutprop. En slutprop kan være en slutmuffe eller en blindflange. På slutproppen er monteret en 90° bøjning, en kugleventil samt 32 mm trækfast kobling for montering af Ø32 mm PE-rør.
Slutproppen kan evt. lejes ved henvendelse til rørproducenten
2. Alle slutpropper skal forankres.
3. Mindst 24 timer før trykprøvens start skal systemet fyldes med vand. Det skal sikres, at systemet udluftes fuldstændigt.
4. De første 6 timer skal trykket i systemet være 1,3 gange den nominelle trykklasse. Dette er meget vigtigt, for at prøvens resultat ikke bliver misvisende. Denne del af prøven skal kunne dokumenteres over for tilsynet.
5. Der skal være adgang til vand ved prøvningsstedet.
6. Trykprøvning mod en ventil sker på eget ansvar.

Under trykprøvningen foretages følgende:

1. Det aktuelle tryk måles, og systemet efterfyldes eventuelt med vand.
2. Systemet påføres et tryk svarende til 1,3 gange den nominelle trykklasse (prøvningstrykket).
3. Dette tryk holdes i en periode på 2 timer. Det er tilladt at efterfylde med vand.
4. De næste 60 minutter må systemet ikke påføres vand.
5. Efter de 60 minutter aflæses trykket, og systemet påfyldes, indtil trykket igen er oppe på 1,3 gange den nominelle trykklasse (prøvningstrykket).
6. Trykfaldet og den tilførte vandmængde må ikke overskride følgende grænser:

Formel:

- a. Trykfaldet i procent af udgangstrykket = 2 %.
- b. Max tilladte vandmængde i ΔV liter/meter = $0,02 d_i - 0,001 + \Delta V$.
 $\Delta V = 0,5 \times d_i^2$ for uPVC-rør
 $\Delta V = 0,08 \times d_i^2$ for PE-rør
 d_i = indvendig diameter i m

Efter trykprøvning afmonteres slutpropperne.



Krympemuffer og fjernvarmerør

Krympemuffer, fremstilling

PE-krympematerialer; forskellige muligheder

Danske producenter anvender kun bimodalt PE-materiale.

	Fremstillingsmetode	Temperatur + Metode + Tidforbrug til behandl.			Typisk resultat
I	Termisk Naturmateriale PE - ikke krydsbundet	Temp. +	Ekspanderes på dorn	+ Tid	Lille krympeeffekt 10%, svejsbar. Relaxerer når forkert temperaturområde.
		125 °C	konisk dorn	Min.	
II	Autoklaving PEX rør	Temp. +	Tryk	+ Tid	Langsom proces; lille krympeeffekt 10%
		90-115 °C	10 bar	Dage	
III	Gammabestråling Muffe- og reparationskrympematerialer	Temp. +	Tryk	+ Tid	Hurtigt + omfangsrigt. Produktionsanlæg (bunker) krymper 75%. Risiko for reststråling.
		Koldt	0 bar	Sek.	
IV	Engell (Ekstrudering) PEX-vandrør/varmerør	Temp. +	Tryk	+ Tid	Kemi. Som autoklaving på løbende bånd. Krymper 25%.
		200 °C	10 bar	Sek.	
V	Elektronbehandling Som i en mikrobølgeovn. Stabilisering/Krympe	Temp. +	Tryk	+ Tid	Lynhurtig + høj krydsbindingsgrad + risikofri og miljøvenlig. Krymper > 100%.
		Koldt	0 bar	Sek.	

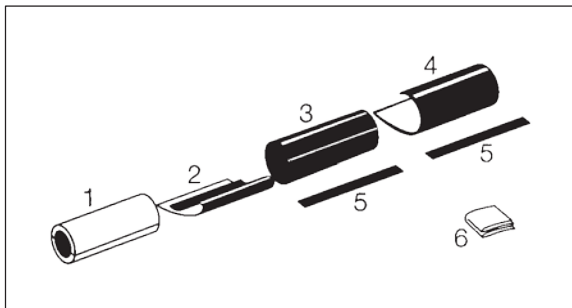
Effekter:

- I Svejsbar, relaxerer, opvarmes let, smelter. Krymper langsomt. Expanderes normalt på dorn. Kan fingerexpanderes.
- II Krymper langsomt. Relaxerer delvis/taber sin krympeeffekt.
- III Høj krympeevne. Kan måske relaxere ved varmeoverbelastning, f.eks. ved chokkrympning.
- IV Kan kun fremstilles på ekstruder. Max driftstemperatur 95 °C.
- V Stort krympeområde. Fingerexpanderet. Polygonisk. Høj krydsbindingsgrad. Miljøvenlig.



Eksempel på monteringsanvisning

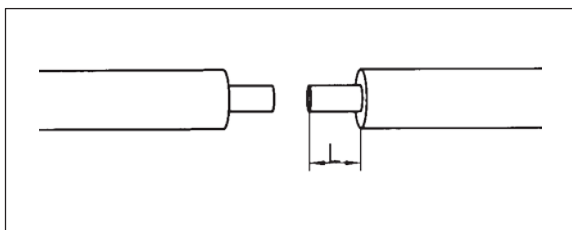
LOGSTOR C2F



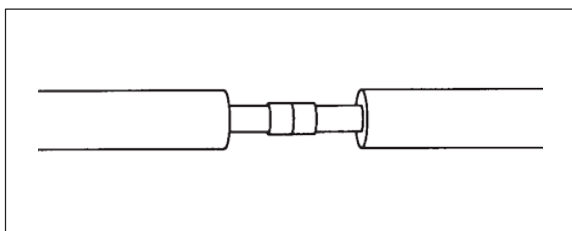
1. Isoleringsskåle
2. Krympedug
3. Krympemuffe
4. Krympesvøb
5. Låseband
6. Klud

Montageanvisninger

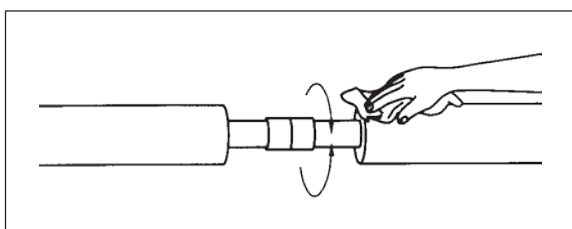
1. Afskær isolering med egnet afisoleringsværktøj. L afhænger af koblingstype.



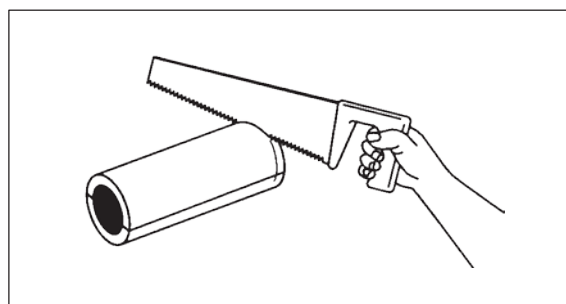
2. Monter koblingen som vist i den aktuelle vejledning.



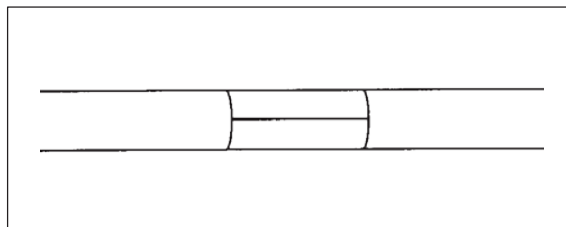
3. Rengør alle overflader i samlingsområdet.



4. Afkort isoleringsskålene, så de passer stramt mellem kapperørene.



5. Monter isoleringsskålene stramt mellem kapperørene, brug evt. tape. Alle overflader skal være RENE og TØRRE.

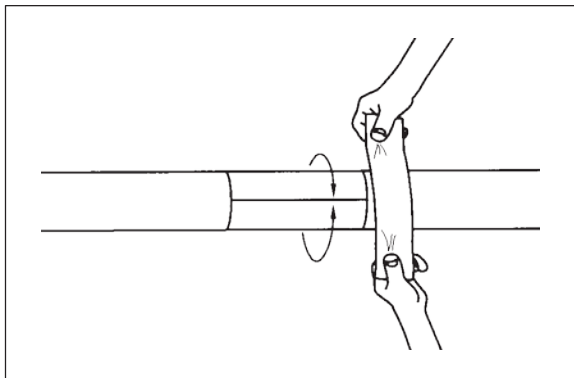


Svejsning af rørsystemer i plast

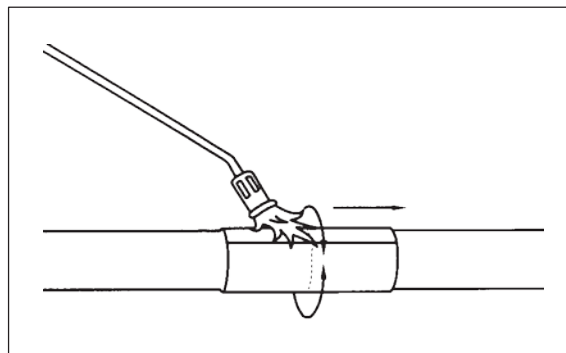
Krympemuffer og fjernvarmerør



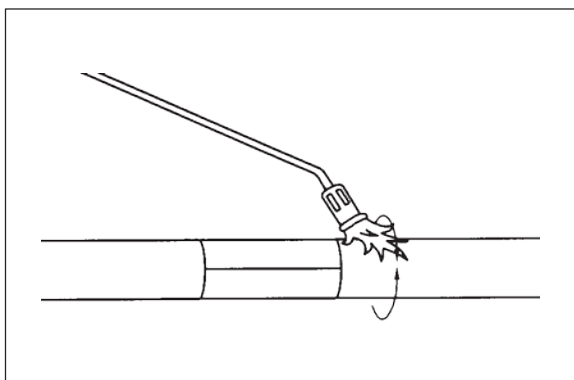
6. Aktiver kapperørene med smergellærred korn 60 mindst 150 mm fra begge kappeender.



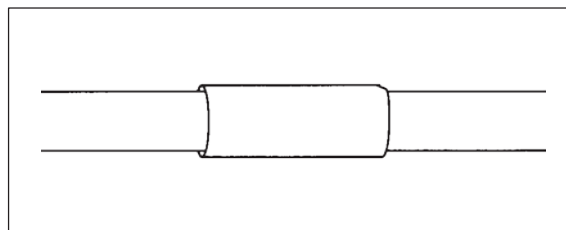
9. Varm hele dugen fra midten ud mod begge sider, så tætningsmassen flyder ud ved alle kanter, og dugen ligger stramt om røret.



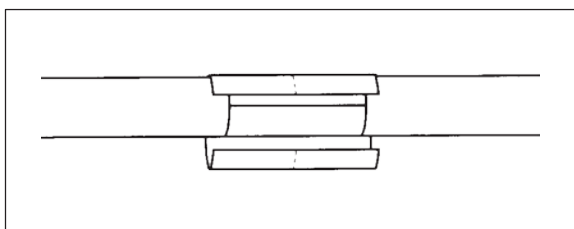
7. Aktiver kapperørene med gasbrænder mindst 150 mm fra begge kappeender, indtil overfladen har et silkeamat skær.



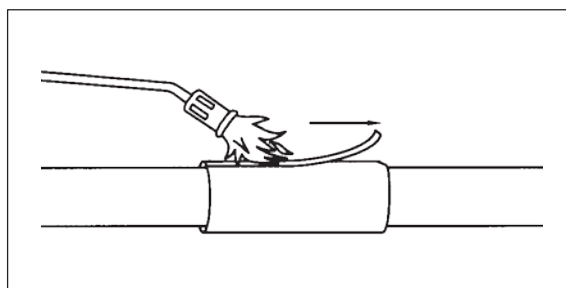
10. Kontroller at muffen er REN og TØR. Rengør alle overflader i samlingsområdet. Placer muffen midt over samlingen. Kontroller at den sidder rigtigt. Samlingen skal være på oversiden og kanterne ligge an mod hinanden. Fasthold evt. med tape.



8. Placer krympedugen, så markeringsstrengen går rundt om røret. Hæft den ene kant af krympedugen i "kl. 10 position". Træk dugen rundt om røret ved at trække i beskyttelsesfolien, så dugen hæfter på den underliggende overflade.



11. Anbring låsebandet midt over krympemuffens samling med limsiden nedad. Limsiden har synligt net. Opvarm låsebandet, indtil en netstruktur kan anes på oversiden. Tryk låsebandet fast.

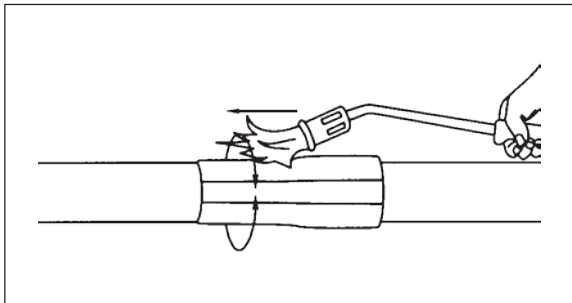


Svejsning af rørsystemer i plast

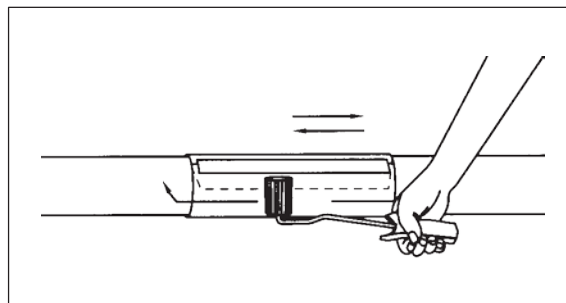
Krympemuffer og fjernvarmerør



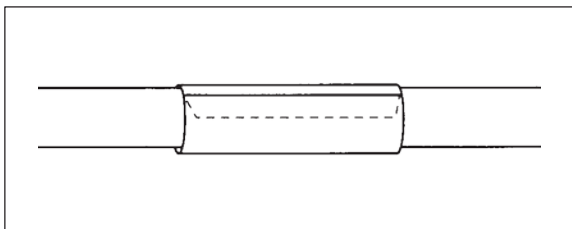
12. Drej muffen 90°, så låsebandet kommer i "kl. 3 position". Krymp muffen fra midten ud mod begge ender.



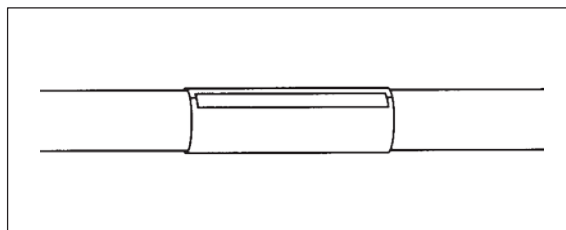
16. Rul langs kanten af overlapningen, så det sikres, at en eventuel kanal lukkes med tætningsmasse.



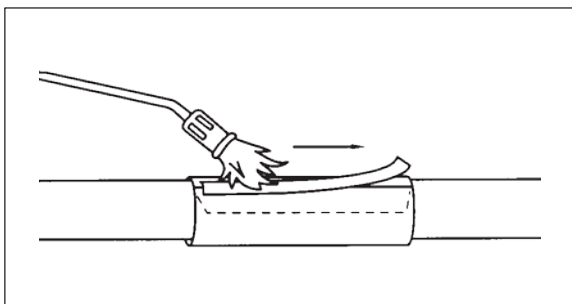
13. Fjern papiret fra krympesvøbet, idet svøbet tækkes på plads. Teksten skal gå rundt om røret, og samlingen skal være på oversiden. Svøbet skal ligge løst omkring røret.



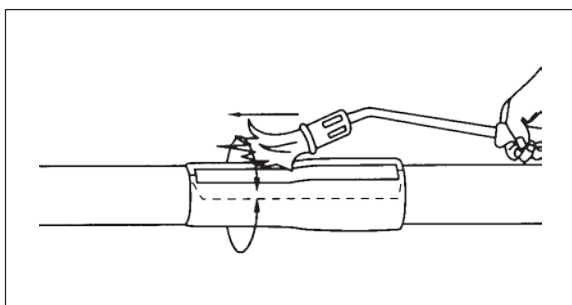
17. Samlingen er færdig.



14. Anbring låsebandet midt over svøbets samling, Fastgør som beskrevet under punkt 11.



15. Krymp svøbet fra midten ud mod begge ender. Krymp indtil tætningsmassen er flydt ud ved alle kanter, og hele krympeeffekten er udnyttet.





Mekaniske samlinger

Hvor svejsning eller limning ikk er muligt, er alternative samlinger en mulighed. Man skal dog huske, at plast er kærvfølsomt, hvilket gør at anvendelsen af selvskærende skruer er den sidste udvej, man bør vælge.

Skal der skæres gevind på traditionel måde, er der et par regler:

1. Ved "bundhul", bor altid dybere end den ønskede gevindlængde.
2. Skær aldrig i bund af hullet med snittappen.
3. Ved forboring, vælg et bor 0,1 - 0,3 mm større end der står i gevindtabellen.
4. Pas på at smøre-/kølemidlet ikke er spændingsudløsende f.eks. sprit til PMMA (Acryl).

"Træmandens" samlingsmetoder, såsom feder, not, fals, dyvler osv., kan også anvendes.

NB:

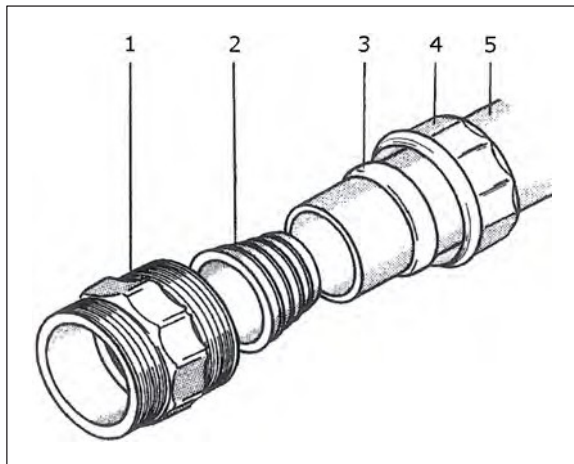
Der må intet sted være skarpe overgange i udfræsningerne - der skal minimum være en radius på 1 mm.

Plast er kærvfølsomt!



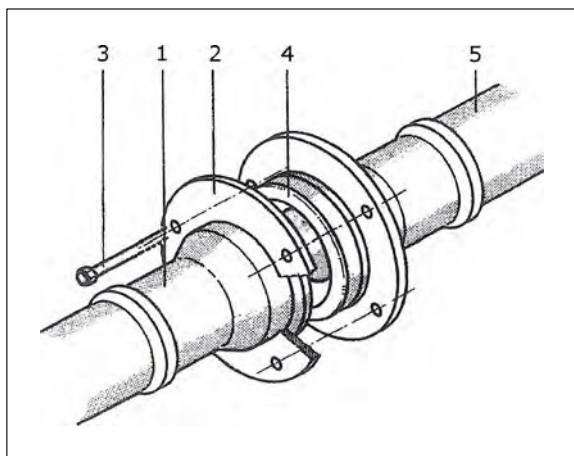
Mekanisk kobling

Mekaniske samlinger skal være trækfaste. Dette opnår man ved hjælp af støttebøsninger.



1. Koblingshus
I dette tilfælde med udvendigt gevind for tilslutning til f.eks. stålør.
2. Indvendig støttebøsning
3. Kompressionsring
4. ???løber
5. PE-rør.

Flangesamling

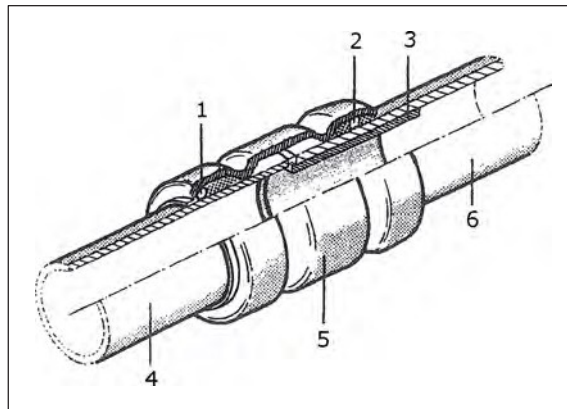


1. Formstykke til flangesamling
Fås både til stuk- og muffesvejsning.
2. Metalflange
3. Spændebolte
4. Pakning
5. PE-rør

Speciel kompressionskobling

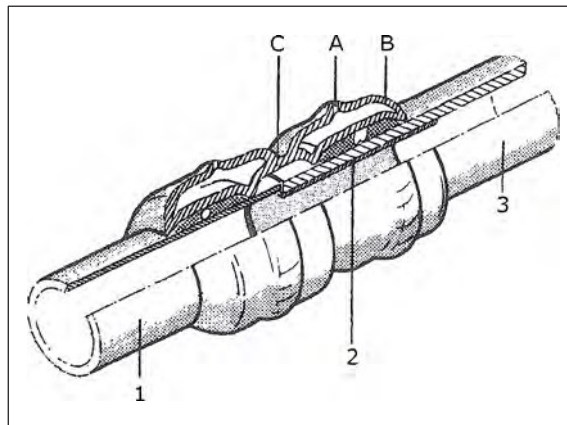
Rørdiametre 25 - 50 mm

Koblingsstykket (A) er et specielt formstykke, der indeholder to pakninger. Koblingen monteres ved hjælp af et tilhørende presseværktøj.



1. Pakning med ringe
2. Låsering
3. Støtteindsats
4. Stålør
5. Koblingsstykke (A)
6. PE-rør

Rørdiametre over 50 mm



1. Stålør
2. Støtteindsats
3. PE-rør

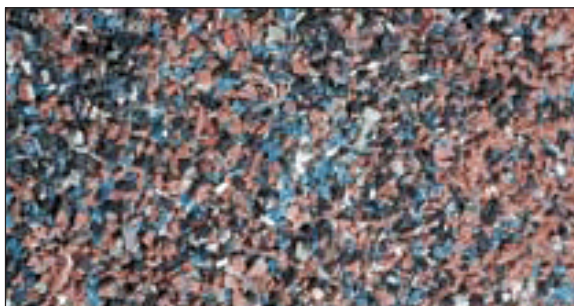
Foruden det egentlige koblingsstykke (A) har samlingen to svejste ingformede kapper (B), der hver har en aftagelig plastprop (C).

Koblingen monteres ved at de to hulrum midlertidig fyldes med væske under tryk ved hjælp af en hydraulisk pumpe med tilhørende pistol.



Miljø og genanvendelse

Returordninger for ledningsmaterialer omfatter genanvendelse af udtjente rørmaterialer, således at disse materialer behandles miljømæssigt korrekt.



Krav til miljø

Producenten skal have et dokumenteret miljøstyringssystem, som indeholder miljøpolitik og -målsætning, samt en dokumenteret handlingsplan, som tydeliggør forbedringer.

Specielt gælder der følgende:

- Eksternt/internt miljø, producenten skal som minimum opfylde gældende lovgivning.
- Genbrug af eget materiale, produktionsspild genbruges i produktionen.
- Returordning for produkter, producenten skal etablere returordning for brugte og overskydende produkter.

For PVC-U skal producenten yderligere være medlem af en anerkendt indsamlingsordning.

Produkterne fra returordningen skal genbruges/bortskaffes på den miljømæssigt mest forsvarlige måde afhængig af teknologi og lovgivning.

Siden 1990 har der eksisteret en ordning for indsamling og genanvendelse af hård PVC (PVC-U). Denne omfatter blandt andet PVC-U fra rørprodukter. Det er ikke alle producenter, der er med i ordningen.

WUPPI, som ordningen i dag kaldes, blev stiftet i 1998 og er et tilbud til alle entreprenører, kommuner etc., som til daglig håndterer rester, affald af rørprodukter og brugte produkter, og som ønsker at medvirke i det miljømæssige arbejde med genanvendelse.

Ideen med ordningen er, at affaldet skal retur til producenterne, der kender materialerne og ved, hvordan de kan genanvendes til nye produkter.

Dette sker blandt andet ved forarbejdning til granulat, som rengøres, så det igen kan anvendes.

De genanvendte produkter kan fx være rester og beskadigede produkter fra byggepladser, og det kan være produkter, som graves op i forbindelse med omlægninger mv.

Materialerne indsamles i WUPPI's egne containere og bringes til modtagestationer, hvoraf der findes fem i Jylland og en på Sjælland. Her sorteres og rengøres det indsamlede materiale, som derefter genanvendes på bedst mulig måde.

Deltagelse i ordningen sker ved henvendelse til producenterne.



Symboler og ordforklaringer

Dette afsnit indeholder en oversigt, som både angiver forkortelser for symbolerne samt definitioner og betegnelser hertil.

Betegnelse	Symbol / forkortelse	Enhed	Definition
Afløbsinstallation			Den del af afløbssystem, der er beliggende i bygninger med tilhørende grund
Afløbskoefficient	Φ	Rent tal	Den afløbsmængde, der pr. tidsenhed gennemløber en ledningstrækning
Afløbsstrøm	q	l/s	Det totale spildevand – og regnvand samt drænvand som løber i en ledning
Afløbssystem			Fællesbetegnelse for afløbsinstallation, stikledning og hovedafløbssystem mv.
Areal	A	mm ² x mm ²	H x b
BLT			Box Loading Test (test der simulerer jordbelastning ved varierende temperaturer)
Bredde	b	mm, m	
Brønd			Fællesbetegnelse for rense- og inspektionsbrønde, nedgangsbrønde, prøveudtagningsbrønde, nedløbsbrønde mv.
CE			Den europæiske kommissions mærke for overensstemmelse med de såkaldte essentielle krav jf. byggevederledet
CEN			Den europæiske standardiseringsorganisation (European Committee for Standardization)
DANAK			Dansk akkrediteringsorgan
DANVA			Dansk vand- og spildevandsforening
Densitet	p	Kg/m ³	1000 kg/m ³ = vand ProFuse 950 kg/m ³
Dimension			Karakteristiske udvendige mål for en komponent. For et cirkulært cylindrisk rør er dimensionen den udvendige diameter. For Uponors rør fra og med dimension ø600 angives disse med indvendige diameter
Dimensionerende spænding	σ	MPa, N/mm ²	MRS-værdien reduceres med og designfaktoren C
Dimensionsgivende	d		Spildevandsstrøm, regnvandsstrøm, drænvandsstrøm
DIN			Tysk standard (Deutsche Industrie Norm)

Svejsning af rørsystemer i plast



Symboler og ordforklaringer

Betegnelse	Symbol / forkortelse	Enhed	Definition
DIS			Forslag til international standard (Draft International Standard)
Drænvand	D		Grundvand og nedsivet overfladevand, der er ledet ind i et bortledningselement, f.eks. et drænrør
DS			Dansk standard
EAS			Fælles europæisk acceptkriterier for stoffer der kommer i berøring med drikkevand
Elastomere			Gummimaterialer
ETA			European technical approval
Ethylen	$H - C - H$		Ethylen en gas fra krackning af råolien og er byggestenen i mange tempoplaster
Ethylen – Propelyn gummi	EPDM		Anvendes hovedsagelig til tætning i større muffesamlinger
Europa Norm	DS / EN		Europæisk standard implementeret som dansk standard
Europa Norm	EN		Europæisk standard
Europa Norm	SS – NN		Europæisk standard implementeret som svensk standard
Fleksibel samling			En samling som muliggør aksial forskydning og vinkeldrejning mellem de rørende, der samles. Se DS 421
Forudsat spildevandsstrøm	$q_{s,F}$	l/s	Den vandstrøm, der tilføres afløbsinstallationen fra en installationsgenstand, et gulvafløb eller lignende under forudsætning af normal anvendelse
Fyldningsforhold	f		For en stående ledning er fyldningsforholdet defineret som den del af ledningstværsnittet, der er vandfyldt, når vandstrømmen beregningsmæssigt forudsættes fordelt i en cylinderring lang rørets inderside
Fællessystem			Afløbssystem, der afleder spilde-, regn- og drænvand gennem samme ledningssystem
Grundvand			En hydraulisk betegnelse for jordens porevand

Svejsning af rørsystemer i plast

Symboler og ordforklaringer



Betegnelse	Symbol / forkortelse	Enhed	Definition
Hovedafløbsledning			Den del af et afløbssystem, som stikledning tilsluttes, og som fører afløbsvandet til renseanlæg recipient
Husspildevand			Ved husspildevand forstås det fra almindelige husholdninger forekommende spildevand herunder afløb fra vandklosetter. Husspildevand kan påregnes at forekomme ved boliger, kontorer, alderdomshjem, hoteller, skoler, offentlige lokaler og lignende. Temperaturen på husspildevand kan diskontinuerligt (maks. 2 minutter varighed) nå op på 95 – 100 °C
Højde	h	m, mm	
Højvandslukke			En anordning, der kan lukkes manuelt og/eller automatisk, således at der ikke kan strømme vand ind i afløbsinstallationen eller i bygningen over for højvandslukket
Indvendig diameter	d_i	mm	
INSTA-CERT			Fælles nordisk certificeringsorgan bestående af DS, NS, SFS og SP
Installationsgenstand			Brugsgenstand, apparat eller maskine, hvorfra der udledes spildevand
ISO			International Standardiseringsorganisation International Organization (for Standardization)
Kraft	N	N, kN	
Ledningsfald			Forholdet mellem en ledningstræknings lodrette og vandrette projektion
Ledningslængde	L	m	Total meter for ledningslængde
Liggende ledning			Ledning med 1000 ‰
Monomere			Et enkelt molekyle, f.eks. ethylen
MRS	MRS		Minimum required strenght; ved denne konstante belastning vil materialet minimum holde i 50 år
NCS, Nemko			Nemko certification system, tidligere Norsk Standard
Nedgangsbrønd			Rense- og inspektionsbrønd med adgang for personer til bundløb og de tilsluttende ledninger
Nedløbsbrønd			Brønd, der modtager regnvand gennem rist og/eller tilsluttede ledninger. En nedløbsbrønd er forsynet med sandfang og evt. med vandlås

Svejsning af rørsystemer i plast



Symboler og ordforklaringer

Betegnelse	Symbol / forkortelse	Enhed	Definition
Nitril – Butadien gummi	NBR		Benzin og oliebestandig gummi
NKB	NKB		Den nordiske komite for bygningsbestemmelser
Nominel dimension	DN		
Nominel ringstivhed	SN	kN/m ²	
Nominelle tryk	PN		Det maksimale konstante tryk i bar, ved 20 °C
Nordic Poly Mark			Kvalitetsmærke for INSTA-CERT-certificerede produkter
NS			Nominel størrelse. Anvendes i forbindelse med kapacitetsangivelse af udskillere
NS			Norsk Standard
Opsamlingskapacitet			En udskillers opsamlingskapacitet er den udskilte stofmængde, der kan rummes i udskilleren
Opstemning			Den hævnning af vandstanden i afløbssystemet, der kan ske ved store vandtilførsler, f.eks. ved regnskyl
Overall service coefficient	C		Designfaktor
Overfladevand			Fællesbetegnelse for regnvand og andet mindre forurenet afløbsvand, som tilføres fra terræn- eller bygningsoverflader
Polycarbonat	PC		Brudsikkert, elektrisk isolerende og lidet brandbart
Polyethylen	PE		-(H-C-H) + (H-C-H)- Termoplast polyolefine typen
Polymere			Mange små molekyler (monomere) sammen sat til et stort molekyle
Polymerisering			Polymeriseringen sker ved at sætte f.eks. ethylen under højt tryk (2000 atm) og opvarme til ca. 300 °C samt tilstedeværelsen af en katalysator. Hvis man lader reaktionen løbe længe nok, får man til sidst Polyethylen
Polypropylen	PP		-(H-C-H) + (H-C-CH ₃)- Termoplast polyolefine typen
Polyvinylchlorid Uplastificeret	PVC		-(H-C-H) + (H-C-Cl)- Hård PVC (ikke tilsat blødgørende/phthalat) også betegnet PVC-U eller uPVC Termoplast
prEN			Forslag til europæisk standard
Produktcertificering	SBC		Særlige bestemmelser for certificering

Svejsning af rørsystemer i plast



Symboler og ordforklaringer

Betegnelse	Symbol / forkortelse	Enhed	Definition
Projekteret	p		
Prøveudtagningsbrønd			Brønd til måling og udtagning af vandprøver
Pumpeanlæg			Anlæg til bortpumpning af afløbsvand. Anlægget består af en eller flere pumper anbragt i en opsamlingsbeholder eller brønd
Rapid crack propagation	RCP		Test for hurtig brududvikling
Recient			Betegnelse for det element, som afløbsvandet tillades afledet til. Dvs. vandløb, søer og havet eller jorden
Regnintensitet	i	$\text{l/m}^2 \times \text{s}$ $\text{l/ha} \times \text{s}$	Bruges ved dimensionsgivende regnintensitet 110 l/HA sandsynlighed/år =1 1140 l/HA sandsynlighed/år=1/2 230 l/HA sandsynlighed/år1/10 Se DS 432
Regnvand	R		
Rense – og inspektionsbrønd			Brønd til indføring af renseredskaber og kontroludstyr, fx spuleredskaber samt TV udstyr, i de ledninger, der er tilsluttet
Ruhed	k	m	Et tal som benyttes i Colebrook Whites formel 0,00025 m for stål og plastrør 0,00040 m for støbejernsrør 0,00100 m for ler og betonrør
Rørserie	S		$\frac{\text{SDR}-1}{2}$
Selvrensningsevne			En afløbsstrøms evne til at medrive faste partikler, som ellers ville blive udskilt i ledning
Separatsystem			Afløbssystem, der afleder henholdsvis spildevand gennem et rørsystem og regnvand samt drænvand gennem et andet rørsystem
SFS			Finsk certificeringsorgan og standardiseringsorganisation
Slow crack growth	SCG		Test for langsom brududvikling
Smelteindeks	MFR		Smelteindeks (melt mass-Flow Rate)
Spildevand	S		Vand, som er biologisk, kemisk, fysisk eller termisk forurenet, og som ikke kan henregnes til et af kategorierne regnvand eller drænvand

Svejsning af rørsystemer i plast



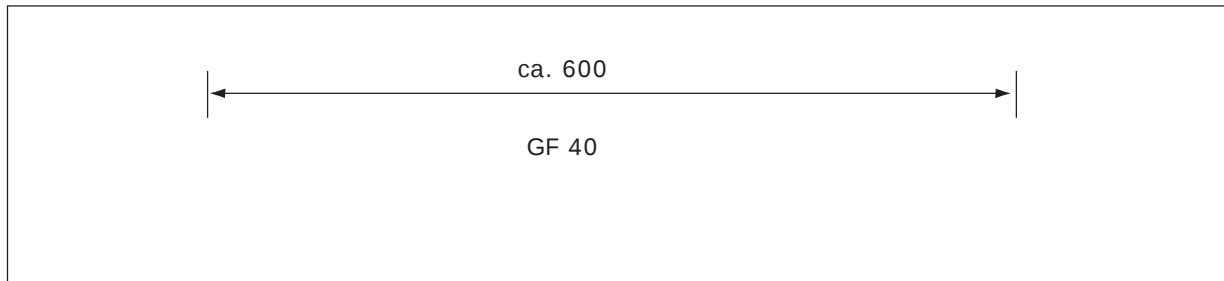
Symboler og ordforklaringer

Betegnelse	Symbol / forkortelse	Enhed	Definition
Standard dimensions-forhold	SDR		Forholdet mellem diameter og godstyk-kelse
Styren – Butadien gummi	SBR		Almindeligt anvendt gummitype til vand og afløbs muffer
Stående ledning			Ledning med mere end 1000 ‰ lednings-fald
Sveriges Tekniska Forskningsinstitut			Svensk certificeringsorgan
Termoplastisk elastomer	TPE		Med denne elastomer kan tætningsringen produceres direkte i samlemuffen
Udluftet ledning			Afløbsledning neden for en udluftning
Udluftning			Anordning, der kan sikrer lufttilførsel til udluftningsledning. En udluftning kan f.eks. være en åbning til det fri, en nedgangsbrønd, en vakuumventil eller en rense- og inspektionsbrønd
Udvendig diameter	d_e	mm	
VA			Godkendelse-/kvalitetsmærke fra ETA-Danmark (tidligere Boligministeriets godkendelsessekretariat for Vand- og Afløbsmateriel)
Vakuumventil			Ventil, der åbner for lufttilførsel til en ledning, hvis der er undertryk i ledning
Vandlås			Lugtlukke, hvor lukket laves med vand



Stuk- og muffesvejsning

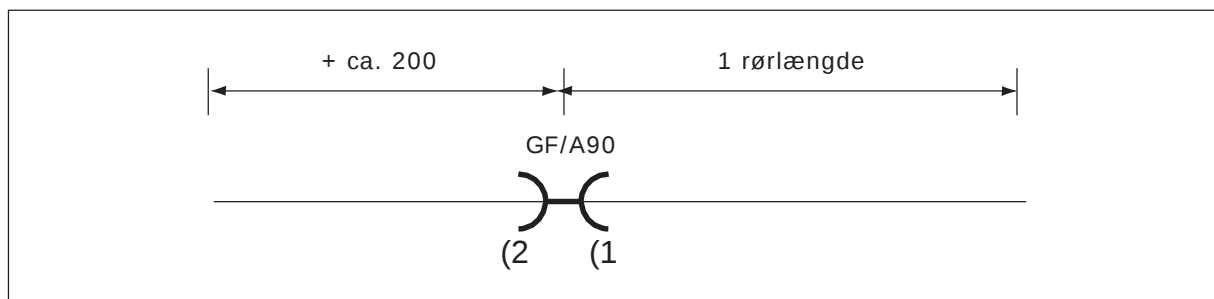
Opgave 1 (PE)



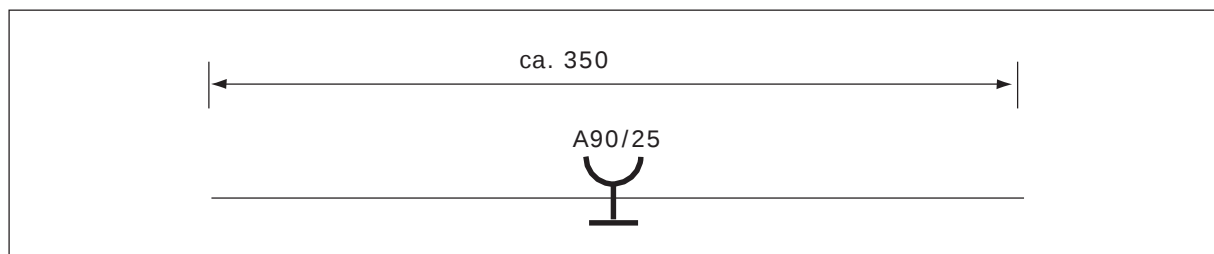


Opgaverne: 2 - 3 - 4 (PEM-gasrør)

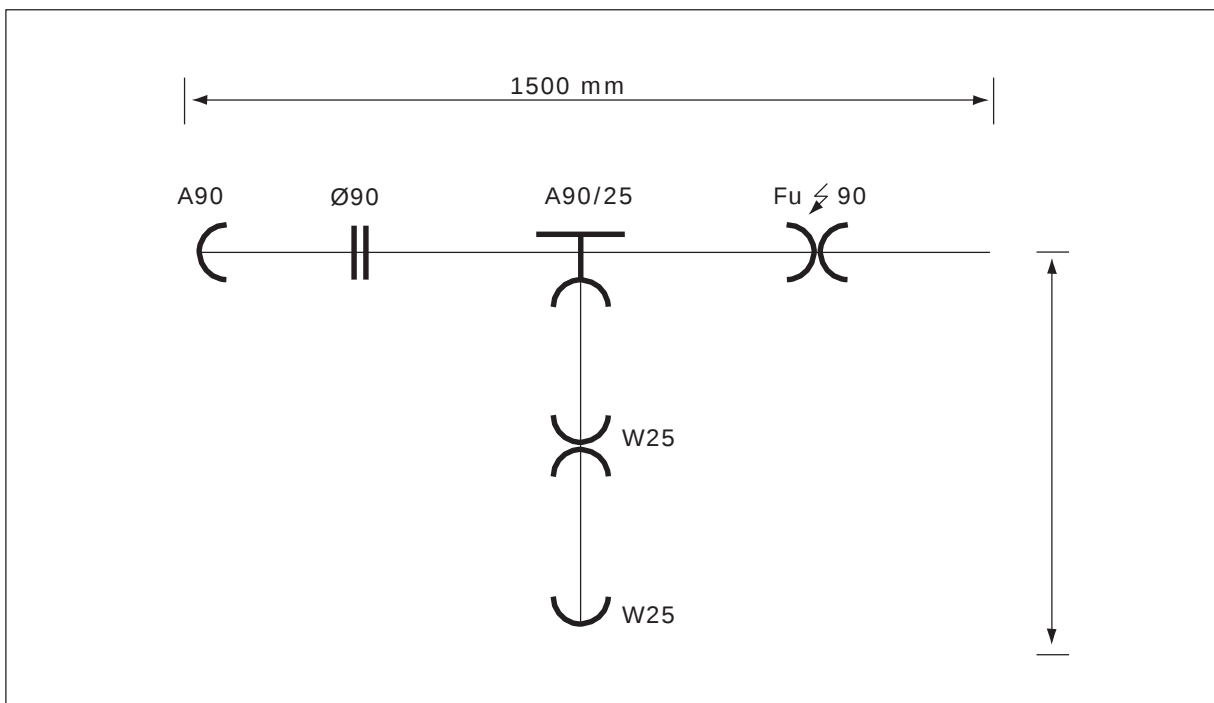
Opgave 2 (PE)



Opgave 3 (PE)

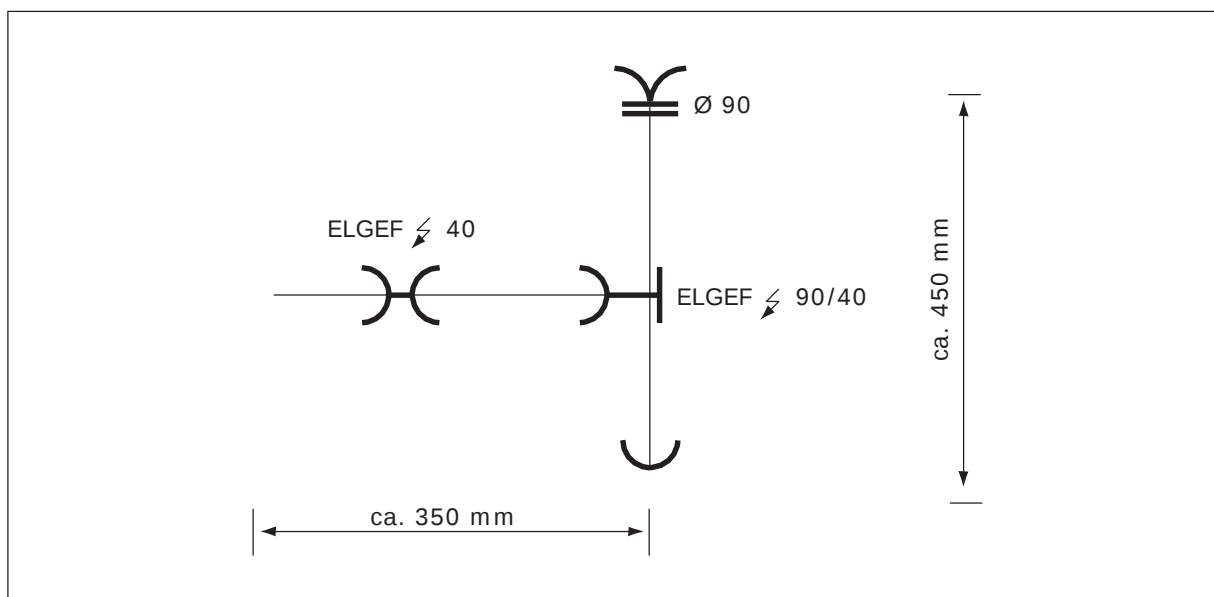


Opgave 4 (PE)

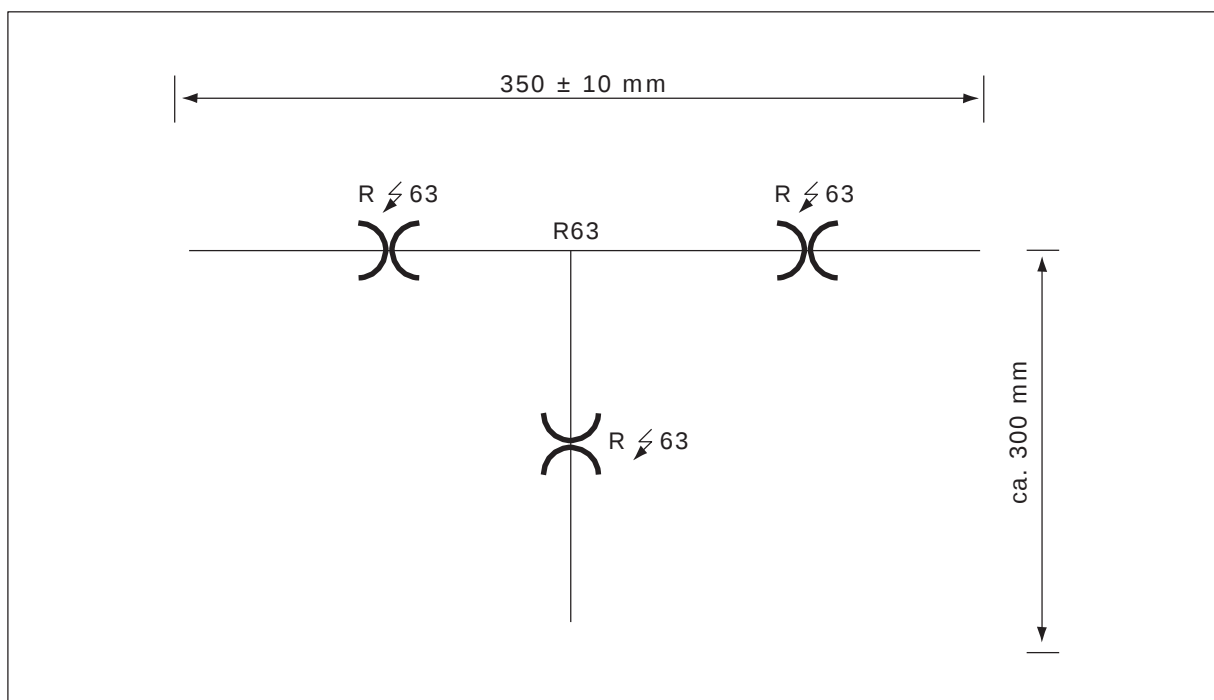




Opgave 5 (PE)



Opgave 6 (PE)

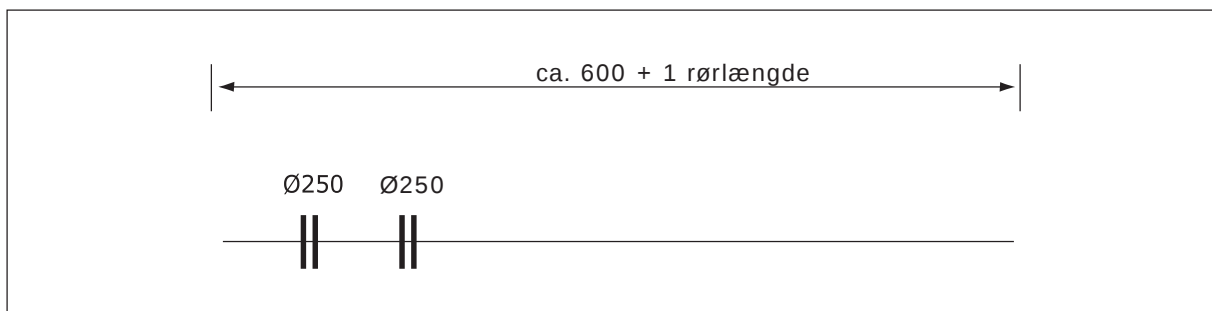




(Gruppeopgave)

Opgave 7 (PE-100) PN 10**)

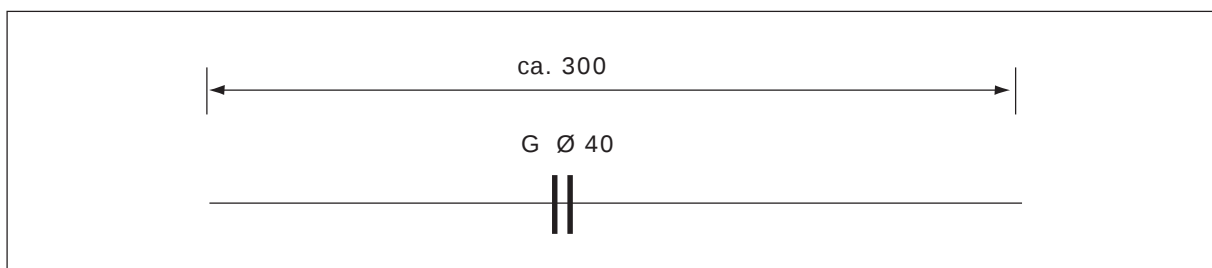
(Gruppeopgave, udendørs)



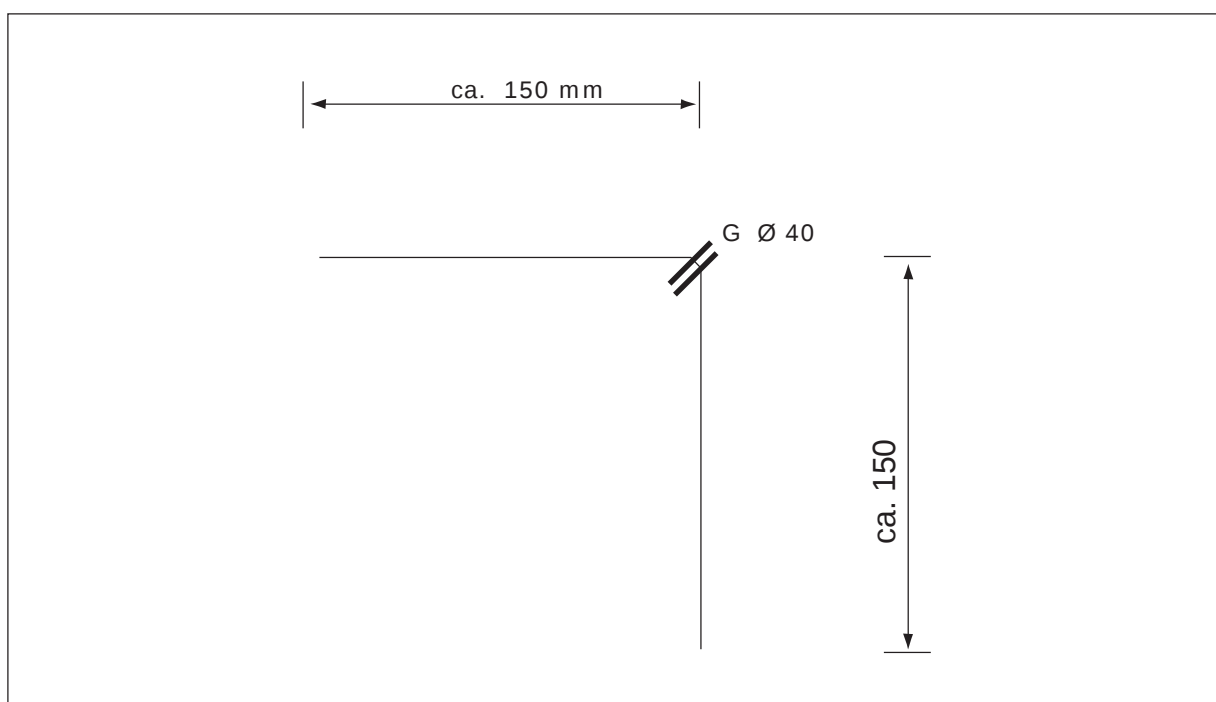
* Svejseprotokol

** 1 vulst fjernes

Opgave 8 PE-Geberit)

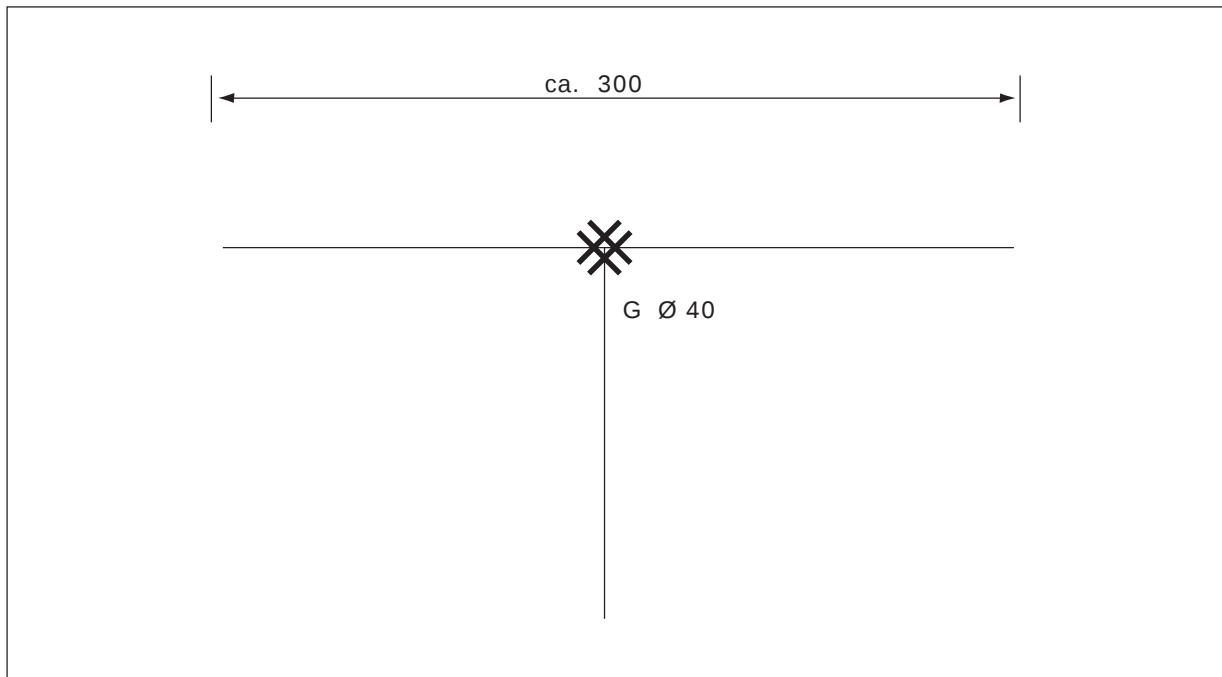


Opgave 9 (PE-Geberit)

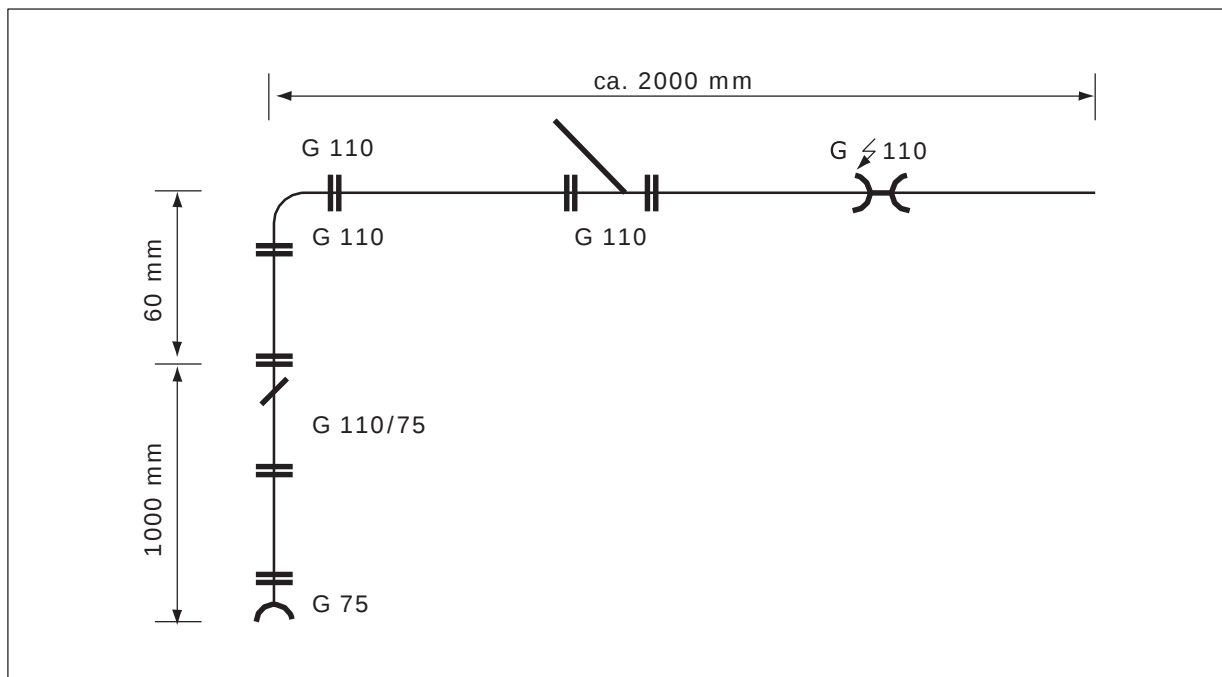




Opgave 10 (PE-Geberit)



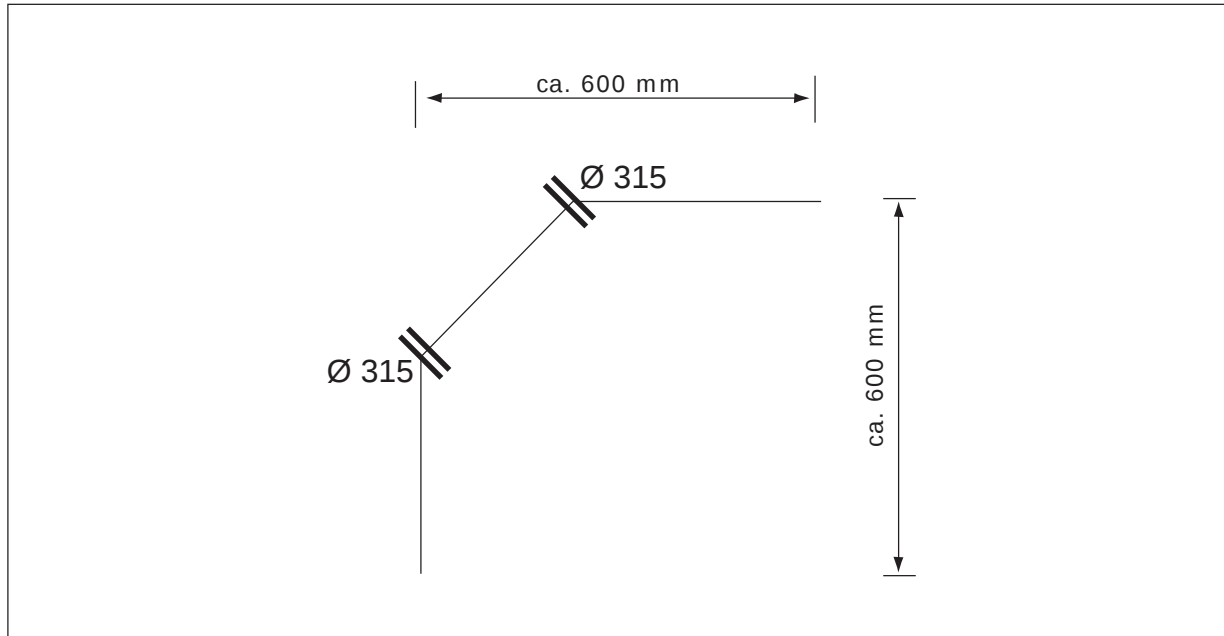
Opgave 11 (PE-Geberit)





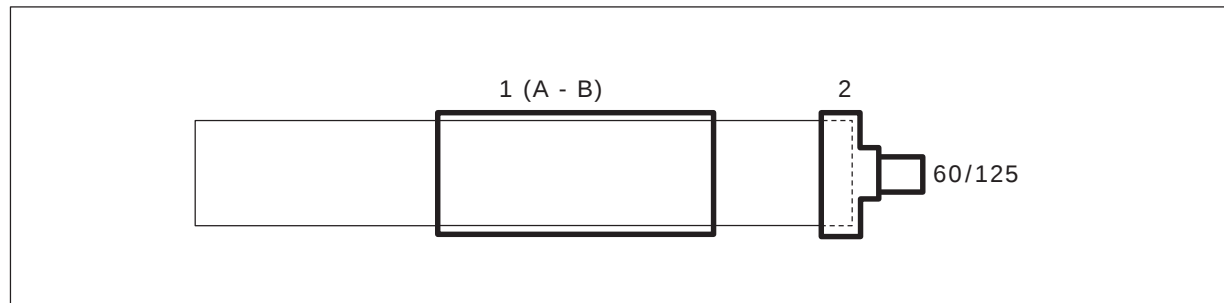
Prærør

Opgave 12 (PE-kapperør)



Opgave 13 (Krympemuffe)

(Reparationsmuffe)



1 A: Krympemuffe

1 B: Reparationsmuffe (krymp) Holdopgave

2: Endekappe (krymp) Holdopgave

Udendørs

Opgave 20 udføres på et fjernvarmerør, hvor medierøret er af stål og kappe af PE.



Opgave 14 (Krympemuffe/afgrening/T-muffe)

Holdopgave

